DIE NATURWISSENSCHAFTEN

20. Jahrgang | 5. August 1932 | Heft 32

Hebungen und Senkungen.

Ein Schlüsselproblem der Geologie.

Von W. v. SEIDLITZ, Jena.

Die Säulen des Serapistempels von Pozzuoli bei Neapel verraten uns, daß dort die Küste dem Wechsel von Senkung und Hebung unterlag. Bohrmuscheln haben $3^1/_2$—4 m über dem jetzigen Meeresspiegel die Säulen angenagt, als die Küste mit den römischen Bauwerken um so viel tiefer lag, und erst im 17. Jahrhundert fand die Wiederheraushebung, in Zusammenhang mit einem Ausbruch des nah benachbarten Vulkans des Monte Nuovo, statt. Ähnlicher Wechsel läßt sich auch auf Capri und bei Sorrent feststellen.

Als Gegenstück zu diesem altbekannten Beispiel mag eine Beobachtung von der Internationalen Himalaya-Expedition 1930 dienen, bei der G. DYHRENFURTH feststellte, daß Mt. Everest (8840 m) und Kangschendzönga (8605 m), die beiden höchsten Gipfel des Gebirges, die Gipfelflur (7500 m) weit überragen und anscheinend in ganz junger Zeit gehoben wurden, wenn sie nicht überhaupt jetzt noch wachsen. Dabei drängt sich unwillkürlich die Frage auf: Gibt es heute noch meßbare Bewegungen des Bodens und lassen sich aus diesen aktuellen Erscheinungen Erfahrungen für das Verständnis erdgeschichtlicher Vorgänge ableiten?

Meßbare Veränderungen der heutigen Zeit. Neben den Veränderungen in der Bucht von Neapel, die schon GOETHE eingehend beschrieben, sind mindestens ebenso bekannt die Veränderungen der Skandinavischen Küsten, die seit CELSIUS (1743) und LINNÉ mehrfach Gegenstand der Untersuchung waren und denen FRIDTJOF NANSEN eines seiner letzten Werke gewidmet. Auf Grund von Beobachtungen an Häfen und Meeresküsten, und belegt durch alte Urkunden, kann man die Hebung des Landes auf etwas mehr als 1 m im Jahrhundert feststellen.

Aber auch auf den Festländern, wo der Vergleich zum Meeresspiegel fehlt, hat man solche Veränderungen kennengelernt. Doch sind sie wesentlich schwerer festzustellen, da meistens die nötigen Meßpunkte fehlen und die Überprüfung solcher Messungen erst neuerdings erfolgt. So hat man in Thüringen (P. KAHLE), bei Eisenberg und Pfuhlsborn, solche Hebungen festgestellt, aber auch nicht rechnerisch nachgeprüft. Ebenso hat man gegenwärtige Niveauveränderungen im oberen Rheintal (WILSER) und in Westfalen (WEISSNER) beobachtet. Neben schwachen Schollenverschiebungen wird auch die Auslaugung unterirdischer Salz- und Gipsmassen zu diesen beigetragen haben, wie es auch schon in der Vergangenheit solche Erscheinungen gegeben hat. So sind die tertiären Braunkohlen Mitteldeutschlands (z. B. Merseburg) größtenteils in Mulden abgelagert, die erst durch die Auslaugung der Zechsteinsalze in der Tiefe entstanden.

Meßbare Veränderungen hat M. SCHMIDT auch für die oberbayerische Hochebene festgestellt und WILSER für große Teile Frankreichs. Wir sehen daraus, daß sich der Wendelstein und andere durch Feinnivellements festgestellte und verglichene Fixpunkte erster Ordnung in jedem Jahrhundert um 25—30 cm gegen NW und gegen München zu bewegen, und daß die Salzburger und Chiemgauer Ebene in dem gleichen Zeitraum eine Senkung von ähnlichem Betrage erfährt. Wenn sich auch die älteren ungenaueren Messungen nicht immer mit den heutigen vergleichen lassen, so haben wir doch darin ein Beobachtungsmaterial, das in Zukunft für morphologische Zwecke von Bedeutung sein kann. Da solche Veränderungen auch auf technische Fragen von Einfluß sind, wird man die Messungen in Zukunft auch regelmäßig in den verschiedensten Gegenden wiederholen und vergleichen müssen.

Treten solche Bewegungen nicht langsam und ununterbrochen, also epeirogenetisch, sondern nur episodisch auf, so werden sie meist zu denen zu rechnen sein, die STILLE der Synorogenese zuweist. Dazu gehören manche Folgeerscheinungen magmatischer Hebung, wie an der Küste Kalabriens (SALOMON), oder die Hebung der Insel Palmarola an der Westküste Italiens, die in den Jahren 1822 bis 1875 eine Vertikalbewegung von 64 m erfuhr. Auch als Folge seismischer Bewegungen können wir solche feststellen, da wir diese als die letzten Ausklänge orogenetischer Schollenverlagerung ansehen müssen.

Das Versinken ozeanischer Inseln ebenso wie manche Kabelbrüche im südlichen Atlantischen Ozean finden dadurch eine Erklärung; andererseits auch mancher Landgewinn, der nach größeren Erdbeben, z. B. an Mittelmeerküsten, festzustellen war. Beim japanischen Erdbeben (Tokio, 1. September 1923) entstand so eine Bruchstufe in der Sagamibucht, bei der die Sprunghöhe der Hebungen und Senkungen nach Messungen der japanischen Marine bis zu 700 m betrug. Nach einem Erdbeben (3. Februar 1931) wurde der Erdboden im Hafen von Napir (Neuseeland) um 6 m gehoben. Beim S.-Franzisko-Beben 1906 bildete sich ein Bruch von 60 cm Sprunghöhe. An der gleichen S.-Andreas-Verwerfung, die sich 800 km lang verfolgen läßt, kann man eine ständige Horizontalverschiebung von 5 cm im Jahr, mit der sich die eine Scholle gegen Norden bewegt, feststellen.

Veränderungen aus der jüngsten Vergangenheit. Aus quartärer und nachquartärer Zeit sind eine ganze Reihe von Beispielen bekannt, die uns, vor allem in Küstengebieten, das allmähliche Aufsteigen oder Sinken des Landes zeigen. In Skandinavien stieg, beim Abschmelzen des Inlandeises und der Entlastung von dem Druck der gewaltigen Eismassen, das Land, ebenso wie in Kanada, langsam aus dem Meer empor. In Zeiten des Stillstandes nagte sich die Brandung in Gestalt von Terrassen in den Gesteinskörper ein und hinterließ uns so Marken der Bewegung, die die Phasen der eiszeitlichen Rückzugsstadien widerspiegeln. In Senkungsgebieten zeigen ertrunkene Täler und submarine Flußrinnen (Kongo) dies an, vielleicht auch submarine Schwellen und Verbindungen (atlantischer Rücken).

Die ganze Geschichte der Ostsee in postquartärer Zeit erweist sich so als eine Folge solcher Bewegungen, die wir jetzt an den jungen Sedimenten der Küsten ablesen können. Auch die Senkungen am Nordseeland sind hier zu erwähnen, die uns beträchtliche Veränderungen verraten, wenn, wie bei Hamburg, die tiefste Grundmoräne jetzt erst bei — 275 m erbohrt wurde, während die höchste Heraushebung im Skandinavischen Schild postglaziale Spuren bei + 275 m zeigt. Andererseits lag die einstige Rheinmündung weit nördlich, und die Doggerbank — jetzt 30 m unter dem Meeresspiegel — war Teil eines festen Landes und, wie die Reste zeigen, anscheinend von diluvialen Tieren (Mammut) besiedelt.

Aber auch im Mittelmeergebiet läßt sich Ähnliches feststellen. So schildert M. NEUMAYR die Geschichte der Insel Kos seit der pliozänen Zeit. Dort liegen postpliozäne Meeressedimente bis zu 300 m über dem heutigen Meeresspiegel, während andererseits in dem gleichen Zeitraum das ägäische Gebiet zur Tiefe brach und das heutige Inselmeer zwischen Griechenland und Kleinasien sich bildete. An gleichalterigen Ablagerungen auf Rhodos, Kreta und anderen Inseln ist dies ebenfalls festzustellen.

Sehen wir die Festlandsgebiete und besonders die Gebirge in der Umgebung des Mittelmeeres daraufhin an, so fällt es immerhin auf, daß eine ganze Reihe von Landschollen mit tertiärer Meeresbedeckung jetzt hoch herausgehoben sind. Die Kleinasiatische Halbinsel in ihrer heutigen Gestalt, die in ihrem mittleren Teil ein Hochland von durchschnittlich 1200 m darstellt, zeigt, daß bei Konia die gleichen miozänen Ablagerungen liegen, die wir an der syrischen Küste nahe dem Meer antreffen. Am östlichen Alpenrand hat WINKLER darauf hingewiesen, daß die tertiären Schichten, diskordant und ungestört über dem ältergefalteten Gebirge, auf eine vertikale Heraushebung deuten. Bei anderen Gebirgskernen besonders drängt sich im gleichen Maße der Eindruck auf, daß sie, wie etwa die Sierra di Guaderrama, die Apuanischen Alpen bei Spezia, die Rhodopen, ihre heutige Gestalt junger Heraushebung verdanken. Seit welchem Zeitpunkt diese eingetreten, ist noch nicht untersucht, ebenso wie DYHRENFURTHS Vermutung einer jungen Hebung der Himalayagipfel über die Gipfelflur hinaus auch noch einer weiteren Nachprüfung bedarf. Die morphologische Untersuchung der Piedmonttreppen, Gipfelfluren und Verebnungen in den einzelnen Gebirgsgruppen wird aber einer geologischen Unterstützung bedürfen, um diese Frage einer Klärung näherzubringen. Wenn jetzt F. BASTL im Lechtalgebiet feststellte, daß in 3 Jahren eine Hebung um 51,5 mm stattfand, so dürften weitere solche Messungen lohnenden Erfolg versprechen, besonders in Verbindung mit der Verfolgung gehobener, tertiärer und posttertiärer Sedimente.

Vom tektonischen wie morphologischen Standpunkt aus nähert man sich ja heute der Annahme, daß die jetzige Gestalt der Gebirge — sowohl der alten wie der jüngeren — nicht so sehr der Faltungszeit wie der postorogenetischen Zeit ihre Entstehung verdankt. Die Gebirge sind nicht „aufgefaltet" worden, da wir annehmen müssen, daß sich dieser Vorgang in größerer Tiefe unter der Belastung jetzt abgetragener Gesteinsmassen abspielte. Nur so ist die plastische Gestaltung und die bruchlose Faltung zu verstehen. Die Gestaltung der heutigen Form — die positive Gebirgsbildung — ist aber als ein sekundärer Vorgang anzusehen, der sich in der allmählichen, aber differenzierten *Heraushebung* einzelner Schollen, Gebirgsgruppen und ganzer zusammenhängender Massen vollzog. Welche Gesetzmäßigkeiten dieser zugrunde lagen, im isostatischen Ausgleich der Massen; ob mehrere Bewegungsperioden mit verschiedener Hebungs- oder Senkungstendenz und -intensität sich ablösten, überschnitten oder gegenseitig wieder aufgeboben, ist noch nicht festzustellen. Von diesem Gesichtspunkt aus erlangen aber auch die neueren morphologischen Untersuchungen besonderes Interesse, ebenso wie die wenigen Messungen über Veränderungen im Innern von Festlandsgebieten und an Gebirgen. Vielleicht dürften auch Schweremessungen zur Prüfung herangezogen werden, wenn deren Netz einmal ein engmaschiges geworden ist. Einstweilen scheinen die Abweichungen und Fehlergrenzen bei solchen noch zu groß zu sein, um auch Änderungen, bei wiederholter Messung an gleichen Stellen — freilich mit langen Zwischenräumen — zur rechnerischen Ergänzung heranzuziehen. BRINKMANNS Vergleich isostatischer Messungen an der Küste von Valencia, mit den Hebungszonen der Küste, legt jedoch den Gedanken nahe, daß man doch später einmal solche Methoden zum Vergleich wird verwenden können.

Schon jetzt sind aber diese Veränderungen der Erdoberfläche von größter *Bedeutung für die Fragen der Erdgeschichte* und den Rhythmus ihres Ablaufes. Auch nach dem bisher bekannten Material zeigt es sich, daß HUTTONS Ausspruch: „the present is the key to the past" auch für die Bewegungen der Erdkruste zu gelten hat, und daß

auch hier die Summierung kleinster gegenwärtiger Veränderungen den Schlüssel zum Verständnis der Vorgänge in vergangenen Erdperioden bietet[1].

Es ist nur zu berechtigt, wenn HAARMANN sagt: „Sedimente sind fixierte Vertikalbewegungen." Man braucht nur an die Mächtigkeit der *Schichtbildungen in sinkenden Räumen* zu denken, wie der gewaltigen, sonst fast unverständlichen Karbonablagerungen mit den zahlreichen am Küstensaum entstandenen Kohlenflözen. Ein gleiches zeigen viele Salzablagerungen, ferner die Molasse- und Flyschbildungen der Alpen, die beide die Bewegungen der alpinen Geosynklinale abbilden. Die Flyschbildungen, wie alle reinen Geosynklinalsedimente, solche des sinkenden, die Molasseablagerungen aber solche des sich, durch das aufsteigende Gebirge, verengenden Raumes.

Auch die Transgressionen und die schwerer feststellbaren Regressionen, deren Zusammenwirken dasjenige ausmacht, was wir als die Folge der Formationen kennen, sind in der Hauptsache durch Vertikal-Schaukel- und Kippschollenbewegungen des festen Landes bedingt. Ein Ansteigen des Meeresspiegels wird sich nur in wenigen Fällen und für begrenzte Zonen nachweisen lassen. Aber bei diesem Wechsel der Schichtung, der mit der einfachen Wechsellagerung und der Bildung von Schichtlücken beginnen mag, handelt es sich auch um ganz differenzierte Vorgänge, wenn man die Veränderungen innerhalb eines lokalen Binnenmeeres und große Transgressionen von universeller Bedeutung, wie die Kreidetransgression, miteinander vergleicht. Sowohl orogenetische Phasen, die in viel engerer Folge einander ablösen, als wir noch vor kurzem annahmen — v. BUBNOFF zählt unter Verwertung der STILLEschen Untersuchungen deren 32 für die postarchäische Geschichte der Erde auf — werden dabei mitgewirkt haben, als auch vor allem epeirogenetische Bewegungen, deren Kanon, wie STILLE sagt, einstweilen noch weniger deutlich hervortritt. Aufgabe der Zukunft wird es sein, diese Bewegungsgeschichte der Festländer, die in den wechselnden Schichten ihre Abbildung findet, zu einer Geschichte der Oszillationen und Schwankungen auszugestalten, denen das feste Gerüst der Erdoberfläche im Laufe der Zeiten ausgesetzt war.

Damit in Zusammenhang aber stehen alle Hauptfragen der Paläogeographie, die berufen ist, das bis jetzt gewonnene stratigraphische Material erst einheitlich zu gliedern und zu ordnen. Die Geschichte der Festländer und Meere, wie wir sie in einzelnen gut bekannten Gebieten schon verfolgen können, ist nichts anderes als eine Folge solcher Transgressionen und Regressionen und damit von Hebungen und Senkungen, die eigentlich nur die Kontinentalschollen und die ihnen angegliederten oder vorgelagerten (Schelf) Gebiete betrafen. Paläontologische Feststellungen über die Wanderung von Tiergruppen oder die faunistischen Beziehungen einzelner Gebiete können erst in zweiter Linie als Beweise für zusammenhängende Meere oder Kontinente herangezogen werden.

Selbst auf dem festen Lande haben solche Krustenbewegungen allgemein geologische Bedeutung für die Entwicklung des Oberflächenbildes durch die Abtragung. Es ist noch nicht erwiesen, ob wir berechtigt sind, alle Formen der Veränderungen durch Erosion und Abtragung nur auf ein festes und unveränderliches Relief zu beziehen. Die meisten Fragen der Talgeschichte, der Wasserscheidenverlagerung, der Verlagerung der Erosionsbasis, ebenso aber auch der Veränderung des Grundwasserspiegels und damit des unterirdischen Wasserhaushaltes und seines Einflusses auf Flußversickerungen, Höhlen und Karstphänomene, werden bis zu einem gewissen Grade beeinflußt durch Veränderungen der Höhenlage. Der Wandel des Oberflächenbildes wird nicht nur durch exogene Kräfte bestimmt, sondern auch durch langsame Veränderungen, die von innen heraus wirken. Innere und äußere Wirkungen halten aber nicht immer Schritt miteinander. Wo zeitweilig die äußeren Kräfte der Abtragung überwiegen, da sehen wir Einebnungen, Landoberflächen, Gipfelflächen. Es sind aber nicht greifenhafte Formen der Landschaft, wie man sie einstmals zu deuten versuchte, sondern Reste von Stillstandsphasen im rhythmischen Ablauf der Oberflächengestaltung, und die Erneuerung des Landschaftsbildes, nach Zeiten der Einebnung, stellt nur den beginnenden Ausgleich dar, indem die aufs neue einsetzenden Kräfte von innen heraus die Gestaltung beleben. Wären die Kräfte der Hebung zur Ruhe gekommen und bliebe nur die Abtragung am Werke, so würde schließlich alles flächenhaft gestaltet werden, und wir hätten keine Berge und Gebirge mehr.

Auch manche Fragen der glazialen Erosion und Sedimentation, besonders im Hochgebirge, sind gar nicht ohne Höhenveränderungen zu denken. Jedenfalls fällt vieles Problematische, wenn man in der Lage ist, eine — wenn auch noch so geringe — Vertikalbewegung als Komponente in den Ablauf der Ereignisse einzuführen.

Dies gilt vor allem für Fragen der Terrassenbildungen und ihre Chronologie. Die Tatsache allein, daß es noch nicht gelungen ist, die Terrassenfolge der größeren deutschen Ströme in ein einheitliches System zusammenzufassen, spricht dagegen, daß es sich nur um ein klimatisches Phänomen handelt, dessen Ablauf in allen Flußgebieten sich gleichartig vollzogen haben müßte. Da aber die einzelnen Landschollen Eigenbewegung zeigen und auch die Erosionsbasis in verschiedener Weise Veränderungen erfuhr, so spricht dies allein schon dafür, daß das Bewegungsmoment beim Problem der Terrassen noch in ganz anderer Weise ausgewertet werden muß. SOERGEL hat ja für das Ilm- und Unstrutgebiet Anregungen da-

[1] Vgl. W. von SEIDLITZ, Der Bau der Erde und die Bewegungen ihrer Oberfläche. Eine Einführung in die Grundfragen der allgemeinen Geologie. Verständliche Wissenschaft. Bd. 17, Berlin: Julius Springer 1932.

zu gegeben, wenn für ihn auch der klimatische Faktor und das Zeitproblem im Vordergrund stehen.

Gerade diese Arbeiten über glaziale Terrassen, die mit der Klimakurve von KÖPPEN-MILANKOWITSCH zusammenfallen, haben uns, ebenso wie die DE GEERsche Chronologie der Postglazialzeit in Nordamerika und Nordeuropa gezeigt, daß man in der Geologie nicht immer nur mit relativen Zeitbestimmungen zu rechnen hat, und daß das richtige Verständnis erst dann für die Veränderungen der Oberfläche gewonnen werden kann, wenn die Beobachtungen von Raum und Zeit zusammenfallen oder sich ergänzen. Fügen wir nach den hier gewonnenen Erfahrungen noch hinzu, daß als ein dritter Faktor auch die Bewegung in Rechnung zu stellen ist, so wird dadurch die Vorstellung noch eine wesentliche Abrundung erfahren. Hebungen und Senkungen werden aber so zu wichtigen allgemeinen Erscheinungen.

War man bisher gewohnt, geologische Ereignisse zuerst stratigraphisch, d. h. in flächenhafter Ausdehnung, dann auch tektonisch in ihrer räumlichen Gestaltung zu verstehen, während der Zeitbegriff ausgeschaltet werden mußte oder höchstens in seiner relativen Deutung ins Gewicht fiel, so wird man in Zukunft hoffen dürfen, daß solche Vorstellungen allmählich vertieft werden, wenn es gelingt, an Stelle einer dreidimensionalen Auffassung vom körperlichen Werden der geologischen Erscheinungsformen eine solche zu setzen, bei der Raum, Zeit und Bewegung den Ablauf bestimmen und erklären. Das erschwert natürlich die Vorstellungsmöglichkeit für den noch Uneingeweihten und Fernstehenden, dürfte aber dem eigentlichen Sinn erdgeschichtlichen Forschens entsprechen und sollte als ein — freilich wohl nie ganz erreichbares — Ziel für die Zukunft erstrebt werden. Ebenso wie von einer gesunden Anwendung des Grundsatzes des Aktualismus — mit den durch moderne Erfahrungen gebotenen Einschränkungen (Klima, Höhenlage, Vegetation usw.) —, dürfte davon die Geologie als Wissenschaft vom Bau der Erde und der Geschichte ihrer Veränderungen eine wesentliche Befruchtung erfahren.

Die Radioaktivität auf der Bunsentagung in Münster.

(37. Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie, 16. bis 19. Mai 1932.)

Von O. ERBACHER und K. PHILIPP, Berlin-Dahlem.

Die diesjährige Versammlung der Deutschen Bunsengesellschaft behandelte als Hauptthema das Gebiet der Radioaktivität. Die Tagung zeigte deutlich, daß die Radioaktivität in den letzten Jahren den engen Rahmen eines Spezialgebietes gesprengt hat und jetzt in größerem Umfange nach allen Gebieten der Physik und Chemie ausstrahlt.

I. Physikalischer Teil.

Das Hauptthema Radioaktivität war für die diesjährige Tagung insofern besonders glücklich gewählt, als gerade in der letzten Zeit zwei Entdeckungen zu verzeichnen sind, die das Interesse der Allgemeinheit geweckt haben. Es sind dies die Entdeckung der Neutronen und die künstliche Atomzertrümmerung durch Wasserstoffkanalstrahlen. Über beides berichtete Lord RUTHERFORD (Cambridge), nachdem er zuvor nach seinen persönlichen Erinnerungen über die wichtigsten Ereignisse aus vergangenen Tagen der Radioaktivität gesprochen hatte. Dank der führenden Stellung, die Lord RUTHERFORD dabei stets eingenommen hat, stellten diese Ausführungen einen Ausschnitt aus der Geschichte der Radioaktivität dar, wobei besonders auch die Verdienste gewürdigt wurden, die seine auf der Tagung anwesenden Schüler (GEIGER, HAHN und CHADWICK) durch ihre Entdeckungen erworben haben.

Im Vortrag von Lord RUTHERFORD und dann noch eingehender im Hauptreferat von H. GEIGER (Tübingen) wurden die experimentellen Grundlagen mitgeteilt, die RUTHERFORD zur Aufstellung seines Atommodells geführt haben. Während normalerweise ein α-Teilchen durch hunderttausend Atomschichten ohne besondere Ablenkung passieren kann, kommt es vereinzelt vor, daß ein α-Strahl von einem einzigen Atom, in das er eindringt, völlig aus seiner Bahn geworfen wird. Seine sonst gerade Bahn zeigt dann einen starken Knick. Eine solche starke Ablenkung, schloß RUTHERFORD, kann nur durch einen *einzigen* besonders günstigen Zusammenstoß mit einem Bestandteil des Atoms zustande kommen. Die dabei ins Spiel tretenden Kräfte müssen wegen der großen Energie des α-Teilchens außerordentlich groß sein. Setzt man voraus, daß die wirksamen Kräfte Abstoßungskräfte sind, die nach dem COULOMBschen Gesetz wirken, so folgt wegen der positiven Ladung des α-Teilchens, daß seine Ablenkung durch einen positiven Atombestandteil erfolgen muß. Zur Erklärung der beobachteten außerordentlich starken Ablenkungen muß man weiterhin annehmen, daß α-Teilchen und positiver Atombestandteil einander sehr nahe kommen, der positive Atomanteil muß also innerhalb außerordentlich kleiner Dimensionen konzentriert sein.

So kam RUTHERFORD zu seinem heute allgemein angenommenen Modell: das im ganzen elektrisch neutrale Atom besteht aus dem positiv geladenen Kern, der, in einem ungeheuer kleinen Raum konzentriert, Träger der Atommasse ist. Um den Kern bewegen sich in Abständen, die den bekannten Atomdimensionen entsprechen, ebenso viele Elektronen, wie der Kern positive Ladungen trägt. Der Atomkern, der für jedes Element durch Ladungs- und Massenzahl charakterisiert ist, kann kein einfaches Gebilde sein. Lassen doch schon die radioaktiven Vorgänge, bei denen positiv oder negativ geladene Teilchen (α- oder β-Teilchen) aus den Kernen herausfliegen, eine kompliziertere Struktur vermuten.

Einen tieferen Einblick in den Aufbau der Kerne zu gewinnen, stellen sich heute noch große Schwierigkeiten entgegen. Dies zeigte besonders das Hauptreferat von LISE MEITNER (Berlin-Dahlem) über die Bedeutung der β- und γ-Strahlen für die Atomforschung. Die von ein und derselben radioaktiven Substanz ausgesendeten Kernelektronen besitzen nämlich keine einheitliche Energie, sondern sind über einen großen Energiebereich kontinuierlich verteilt. Das bedeutet, daß identische Atomkerne nach dem β-Zerfall in verschiedenen kontinuierlich verteilten Energiezuständen zurückbleiben, ohne daß eine nachweisbare Kompensation etwa durch γ-Strahlen oder sonstige Prozesse eintritt. Aus dieser Schwierigkeit hat man noch keinen Ausweg gefunden.

Außer den α- und β-Strahlen können uns auch noch die γ-Strahlen Aufschlüsse über den Kernaufbau geben. Sie lehren uns etwas über die Anregungszustände der radioaktiven Atomkerne, und darüber hinaus haben gerade in letzter Zeit neuere Versuche von L. MEITNER und H. HUPFELD über Streuung sehr kurzwelliger Strahlung die Möglichkeit eröffnet, auch einen gewissen Einblick in gewöhnliche stabile Atomkerne zu erhalten.

Aus dem radioaktiven (natürlichen) Zerfall der Atome wissen wir also, daß die Atomkerne α-Teilchen (Heliumkerne) und β-Teilchen (Elektronen) enthalten müssen. Aus den Versuchen über die künstliche Atomzertrümmerung folgt nun, daß noch zwei weitere Teilchenarten als Bausteine beim Aufbau der Kerne Verwendung finden. Im Jahre 1919 zeigte RUTHERFORD als erster, daß bei der Beschießung von Stickstoffkernen mit α-Teilchen aus dem Stickstoff schnell fliegende Teilchen der Masse 1 und der Ladung 1, also Wasserstoffkerne — Protonen — ausgesandt werden. Der Stickstoffkern ist also durch den engen Zusammenstoß mit einem α-Teilchen zertrümmert worden, eines seiner Bestandteile, ein Wasserstoffkern, ist abgespalten worden. Später zeigten die schönen Wilsonaufnahmen von BLACKETT, daß bei diesem Vorgang das α-Teilchen vom Stickstoffkern eingefangen wird, und daß so nach Abspaltung eines Wasserstoffkerns ein Sauerstoffkern der Masse 17 übrigbleibt, daß also der ganze sog. „Zertrümmerungsprozeß" zu einem Atomaufbau geführt hat.

Inzwischen sind noch bei vielen anderen Elementen, besonders bei Bor, Fluor und Aluminium, bei Beschießung mit α-Strahlen Zertrümmerungsprotonen festgestellt worden. Auch das Studium dieser Vorgänge ist geeignet, unsere Vorstellungen vom Atomkern zu erweitern.

Wie Lord RUTHERFORD in seinem eingangs erwähnten Vortrage mitteilte, ist es nun in seinem Laboratorium seinen Mitarbeitern COCKROFT und WALTON gelungen, an Stelle der sonst zur Zertrümmerung verwandten energiereichen α-Strahlen (ca. 5 Millionen Volt) künstlich erzeugte Wasserstoffstrahlen (Kanalstrahlen) von nur 125000—400000 Volt zur Atomzertrümmerung bei zahlreichen Elementen zu verwenden. Interessant ist hierbei besonders, daß auf diese Art auch Elemente wie Lithium, Beryllium und Kohlenstoff zertrümmert worden sind, bei denen bei Beschießung mit α-Strahlen bisher kein Effekt nachgewiesen werden konnte, und daß die durch die Beschießung mit Wasserstoffstrahlen herausgeworfenen Teilchen α-Teilchen sind. Die Ausbeute ($\sim 10^{-9}$) an Zertrümmerungen ist allerdings sehr viel geringer als bei den bekannten Zertrümmerungen durch α-Strahlen ($\sim 10^{-6}$ bis 10^{-7}). Die geringe Ausbeute fällt aber nicht ins Gewicht, da ein Kanalstrahlrohr bedeutend größere Strahlungsintensitäten liefert als selbst die stärksten Radiumpräparate.

Beim Lithium müssen wir uns vorstellen, daß nach Eindringen des Wasserstoffteilchens (Masse 1) in den Lithiumkern (Masse $7 = 4 + 3$) die sich dann bildende Masse $8 = 4 + 4$ sofort unter Aussendung von zwei α-Teilchen zerfällt. Die bei diesem Prozeß frei werdende Energie stimmt mit der bei den Zertrümmerungs-α-Teilchen gemessenen Energie überein.

In jüngster Zeit scheint nun noch der letzte Baustein gefunden zu sein, das Neutron, das man zwar schon seit vielen Jahren hypothetisch beim theoretischen Aufbau der Kerne verwendet hat, dessen Existenz aber sich nicht nur dem experimentellen Nachweis bisher entzogen hatte, sondern auch den bestehenden Kerntheorien Schwierigkeiten bereitete.

Die Entdeckung der Neutronen hat ihren Ausgangspunkt von den Untersuchungen von BOTHE und BECKER genommen, die mit einem GEIGERschen Spitzenzähler vor einigen Jahren zeigten, daß bei der Beschießung mit α-Strahlen einige leichte Elemente, und zwar besonders Beryllium, aber auch Bor und Lithium, eine sehr harte Strahlung aussenden, die, wenigstens im Falle des Berylliums und Bors, imstande ist, noch mehrere Zentimeter Blei zu durchdringen. IRÈNE JOLIOT-CURIE, die Tochter von Mme CURIE, und F. JOLIOT fanden nun kürzlich bei der Untersuchung dieser Strahlung in einer Ionisationskammer, daß diese Strahlung beim Auftreffen auf Paraffin oder andere wasserstoffhaltige Verbindungen aus diesen Verbindungen Protonen herausschlägt. Diese Protonen besitzen eine Energie von etwa 5 Millionen Volt und können daher eine Luftstrecke von über 30 cm durchfliegen. Weiterhin gelang ihnen und J. CHADWICK der Nachweis, daß auch andere leichte Atomkerne in Bewegung gesetzt werden können.

Auf der Tagung schilderte nun CHADWICK, wie sich die aus diesen Versuchen folgenden merkwürdigen Eigenschaften der Bothe-Becker-Strahlung durch die Annahme von „Neutronen" zwanglos erklären lassen. Unter „Neutron" soll ein Atomkern von etwa der Masse eines Wasserstoffkerns verstanden werden, dessen positive Kernladung durch die negative Ladung eines Elektrons neutralisiert ist. Dieses Elektron läuft aber nicht wie beim Wasserstoffatom in der für Kerndimensionen ungeheuer großen Entfernung auf einer Bahn von etwa 10^{-8} cm Durchmesser um den Atomkern, sondern ist etwa 100000mal näher am Kern, so daß die Größe des Neutrons auch nur von der Größenordnung der des Wasserstoffkerns (10^{-13} cm) ist.

Ein solches Gebilde fliegt fast ungehindert durch die Materie hindurch. Denn da es keine elektrische Ladung hat, wird es durch die elektrischen Kräfte der Atome nicht beeinflußt, es gibt keine Energie an die Elektronen der Atome ab, an denen es vorbeifliegt, sondern wird nur gebremst, wenn es direkt mit dem unendlich kleinen Kern eines Atoms zusammenstößt. Bei solchen Zusammenstößen mit leichten Atomkernen wird dann entsprechend den Gesetzen des elastischen Stoßes so viel Energie auf den getroffenen Kern übertragen, daß dieser selbst in Bewegung gesetzt wird. Man kann daher in der WILSONschen Nebelkammer die Bahn des in Bewegung gesetzten Kernes sehen. Manchmal treten hierbei gegabelte Bahnen auf, die man nur als Atomzertrümmerung oder besser Kernspaltung deuten kann. Wie aus dem Vortrag von K. PHILIPP (Berlin-Dahlem), der über die im Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie von L. MEITNER, F. RASETTI und K. PHILIPP ausgeführten Versuche mit Neutronen referierte, hervorging, sind solche Zertrümmerungsprozesse außer bei den Beryllium- auch bei den Bor- und Lithium-Neutronen zu beobachten. Ferner konnte gezeigt werden, daß die Emission der Neutronen bei diesen drei Elementen proportional der von BOTHE und BECKER gefundenen γ-Strahlung ist. Ob und welche engeren Beziehungen zwischen dieser γ-Strahlung und der Neutronenemission bestehen, müssen weitere Untersuchungen ergeben.

Aus den Darlegungen folgt also, daß wir uns die Atomkerne aus Protonen, Elektronen, Heliumkernen (α-Teilchen) und Neutronen aufgebaut denken. Hierbei sind die beiden letzten Teilchenarten selbst wieder aus Protonen und Elektronen zusammengesetzte Gebilde.

II. Chemischer Teil.

Wir haben oben gesehen, daß das Atom aus dem Kern und den ihn umkreisenden Elektronen besteht.

Atome, deren Kern bei gleicher Ordnungszahl eine verschiedene Anzahl durch Kernelektronen neutralisierter Protonen enthält, die also bei gleichem chemischen Verhalten ein verschiedenes Atomgewicht besitzen, nennt man bekanntlich isotope Atomarten. Über das Gesamtgebiet der „Isotopie" berichtete in einem Hauptvortrag F. PANETH (Königsberg).

Fast alle auf der Erde vorkommenden gewöhnlichen Elemente sind für sich ein Gemisch solcher isotopen Atomarten, und zwar enthalten sie diese Bestandteile stets im selben Mischungsverhältnis, womit sich auch das Verbindungsgewicht immer konstant erweist. Dies ist nur so zu erklären, daß die Bildung der chemischen Elemente vor der Erstarrung der festen Erdkruste erfolgt ist, so daß die verschiedenen Isotope sich vermischen konnten. Nur bei Blei ist wegen der immerwährenden Bildung der einzelnen stabilen Endprodukte der radioaktiven Reihen ein Vorkommen der Isotope in verschiedenstem Mischungsverhältnis möglich. Letzteres ist bedingt durch den jeweiligen Gehalt an Uran und Thorium (evtl. neben gewöhnlichem Blei) und durch das Alter der Mineralien. Über Beziehungen zwischen Mischungsverhältnis der Bleiisotope und Bleivorkommen berichtete in einem Einzelvortrag W. VERNADSKY (Leningrad).

Eine chemische Trennung einmal vermischter isotoper Atomarten ist wegen der auf der gleichen Elektronenhülle beruhenden völligen Gleichheit der chemischen Eigenschaften nicht mehr möglich. Anders liegt jedoch die Sache bei Anwendung physikalischer Trennungsmethoden, die auf der bei Isotopen vorliegenden Verschiedenheit der Kernmassen beruhen. So konnte denn auch schon vor längerer Zeit durch Ausnutzung der Verschiedenheiten in der Diffusionsgeschwindigkeit und der Verdampfungsgeschwindigkeit eine wenn auch recht geringe Verschiebung der Zusammensetzung von Isotopengemischen erzielt werden. Eine erheblich weitergehende Trennung von Isotopen ist nun kürzlich G. HERTZ (Berlin) auf Grund eines neuartigen Diffusionsverfahrens beim Neon gelungen. Durch einmalige Anwendung des Verfahrens konnte in 8 Stunden aus dem normalen Neon mit dem Isotopenverhältnis 10 : 1 entweder ein Gemisch hergestellt werden, welches die beiden Isotopen im Verhältnis von etwa 10 : 8 enthielt, oder ein solches, welches von dem schwereren Isotop nur noch etwa 1% enthielt.

Während es bei den gewöhnlichen Elementen bisher nur beim Neon gelungen ist, eine praktisch reine Atomart abzutrennen, gelingt es bei den radioaktiven Atomarten, infolge der Art ihrer Entstehung aus verschiedenen Muttersubstanzen, häufig ohne weiteres, einzelne Atomarten zu isolieren. Vermittels der ionisierenden Wirkung der beim Zerfall ausgesandten Strahlen lassen sich die radioaktiven Atomarten, wenn es sich um kurzlebige Produkte handelt, bis zu Mengen hinab feststellen, die weit jenseits jeder Nachweisbarkeit durch Methoden der gewöhnlichen Chemie liegen.

In diesem Umstand liegt die große Bedeutung, die radioaktive Untersuchungsmethoden bei den verschiedensten Gebieten der reinen und physikalischen Chemie gewonnen haben. Sie ermöglichen nicht nur eine außerordentliche Vereinfachung der Untersuchungsmethoden bei der Lösung der verschiedensten Probleme; ihnen ist auch die Lösung solcher Probleme zu danken, die ausschließlich durch die Existenz der radioaktiven Atomarten möglich ist.

Die mannigfaltigste Anwendung findet dabei die sog. „Indikatorenmethode", worüber in einem Hauptvortrag einer ihrer Begründer, G. v. HEVESY (Freiburg) sprach. Sie besteht im Prinzip darin, daß man ein stabiles Element mit einer ihm isotopen radioaktiven Atomart vermischt und dadurch eine einfache Analyse auf Grund des radioaktiven Nachweises ermöglicht, insbesondere bei Mengen des Elementes, die nach gewöhnlichen chemischen Methoden nicht mehr nachweisbar sind. Auf diese Weise konnte z. B. die Löslichkeit des sehr schwer löslichen Bleichromats bestimmt werden. Neuerdings wurde nach dieser Methode auch der kinetische Austausch zwischen den Atomen eines Metalls und gewissen edleren Metallionen der Lösung geprüft und festgestellt, daß der Austausch entsprechend einer einatomaren Schicht erfolgt. Hierdurch ergibt sich ein Weg zur einwandfreien Bestimmung absoluter Oberflächen von Metallen (Einzelvortrag von O. ERBACHER [Berlin-Dahlem]).

Viel gebraucht wurden die radioaktiven Atomarten als Indikatoren bei der Verfolgung des Kreislaufes gewisser Elemente in Pflanzen und im tierischen Organismus und ihre Verteilung zwischen normalem und krebskrankem Gewebe.

Besonders fruchtbar gestaltet sich die Verwendung von radioaktiven Indikatoren bei Problemen, wo es sich um das Verhalten verschiedener Zustandsformen ein und desselben Elements nebeneinander handelt. Wird das inaktive Element in der einen Form und die radioaktive Atomart in der anderen Form verwendet, so lassen sich alle möglichen Austauschreaktionen zwischen den verschiedenen Zustandsformen des Elements ohne weiteres verfolgen, weil sich ja die Atome der radioaktiven Atomart durch ihre Strahlung, gleichsam als wenn sie gefärbt wären, stets von den inaktiven Atomen unterscheiden lassen. Durch diesen Umstand waren Untersuchungen möglich, wie der elektrolytischen Dissoziation in Lösungen, des Ladungsaustausches freier Ionen verschiedener Wertigkeit, des kinetischen Austausches zwischen Metall und seinen eigenen Ionen und zwischen Salzen und ihren Ionen in Lösung (v. HEVESY).

Die auf der Strahlung beruhende leichte Nachweisbarkeit radioaktiver Atomarten in praktisch unendlich geringer Gewichtsmenge gestattet sodann, abgesehen von der Indikatorenmethode, die Untersuchung des Verhaltens unwägbarer Substanzmengen in festem, flüssigem und gasförmigem Zustand. Untersuchungen dieser Art wurden im ersten Teil des Hauptvortrages von O. HAHN (Berlin-Dahlem) behandelt. Vor allem sei hier genannt das Verhalten winziger Substanzmengen (mikroskopische Komponente) bei der Bildung von makroskopischen Niederschlägen. Hier lassen sich prinzipiell verschiedene Vorgänge gegeneinander abgrenzen. Das eine Mal wird ein Einbau unter Bildung von Mischkristallen oder mischkristallähnlichen Systemen erzielt. Von Interesse ist dabei die Beobachtung eines mischkristallartigen Einbaus geringer Mengen von Blei in die Gitter von Natriumchlorid und Kaliumchlorid. Denn nach diesem Befund ist auf einen ursprünglichen Einbau auch von radioaktivem Blei (Radium D) in diese Salze bei der Kristallisation aus Meereswasser zu schließen. Und da der weitere Zerfall bis zum inaktiven Blei über das α-strahlende Polonium geht, wird jetzt das bisher unverständliche Vorkommen von Helium in ozeanischen Salzablagerungen erklärlich.

In den Fällen, wo ein mischkristallartiger Einbau nicht stattfindet, kann eine Abscheidung kleinster Substanzmengen mit ausfallenden Niederschlägen durch adsorptive Anlagerung an der Oberfläche erfolgen. Diese Ionenadsorption läßt sich als einen besonderen Fall von Kristallwachstum ansehen, worauf besonders in letzter Zeit festgestellte Zeiteffekte hinweisen (Einzelvortrag von L. IMRE [Budapest]).

Ein weiteres Beispiel der vielseitigen Verwendbarkeit unwägbarer radioaktiver Atomarten ist die Möglichkeit einer Sichtbarmachung der Korngrenzen bei kristallisierten Metallschmelzen durch Zugabe von Polonium. Das Polonium reichert sich beim Kristallisieren an den Korngrenzen an und gibt auf einer photographischen Platte durch seine Strahlung ein getreues Abbild des Kristallgefüges [Einzelvortrag von G. TAMMANN (Göttingen)]. Zur vergleichenden Bestimmung der Blutmenge im normalen und im kranken Auge, eine die Augenheilkunde interessierende Frage, hat sich die Injektion einer Thorium B-Lösung in die Blutbahn geeignet erwiesen, wobei sich das Thorium B (radioaktives Isotop des Bleis) gleichmäßig im Blute verteilt und so eine leichte Feststellung der Blutmengen ermöglicht [Einzelvortrag von K. SCHMIDT (Bonn) und P. L. GÜNTHER (Königsberg)].

Ein Untersuchungsgebiet ganz anderer Art bildete den Inhalt des zweiten Teiles des Vortrages von HAHN. Durch Mitfällung oder Anlagerung von radioaktiven Atomarten, die beim Zerfall die in höchster Verdünnung leicht nachweisbaren Emanationen bilden, mit bzw. an den beliebigsten Substanzen lassen sich Aussagen über die Struktur oberflächenreicher und oberflächenarmer Substanzen machen, indem man die nach außen gelangende Emanationsmenge mit der insgesamt gebildeten vergleicht und so das „Emaniervermögen" feststellt (Emaniermethode). Oberflächenreiche Substanzen besitzen ein hohes, oberflächenarme im allgemeinen ein geringes Emaniervermögen. Änderungen der Oberfläche oder der Struktur der betreffenden Stoffe bedingen Änderungen des Emaniervermögens, lassen sich also mittels dieser einfachen radioaktiven Methode messend verfolgen. Zu bemerkenswerten Ergebnissen führte in letzter Zeit die Untersuchung des Emaniervermögens der Bariumsalze organischer Fettsäuren wachsender Kettenlänge und isomerer Benzolderivate [F. STRASSMANN (Berlin-Dahlem)]. Bei derartigen Substanzen stellt das Emaniervermögen keinen reinen Oberflächeneffekt dar, sondern zeigt eine weitgehende Abhängigkeit von der Struktur der betreffenden Salze. Das Studium des Emaniervermögens oberflächenreicher Metalloxydhydrate führte zur Herstellung hochemanierender Trockenpräparate, die im Falle des Radiums praktisch vollständig, beim Radiothor etwa zu 90% die insgesamt gebildete Emanation nach außen abgeben. Derartige Präparate gewinnen neuerdings für wissenschaftliche und ganz besonders für medizinische Zwecke steigende Bedeutung, da sie auf dem Umwege einer Absorption der Emanation an Kohle eine Gewinnung der aktiven Niederschläge von Radium und Thorium mit bisher ungekannt hoher Ausbeute ermöglichen [Einzelvortrag von P. M. WOLF und N. RIEHL (Berlin)].

Zahlreich sind schließlich noch die Verwendungsmöglichkeiten von radioaktiven Atomarten, wo sie ausschließlich den Zweck einer Strahlenquelle erfüllen.

Die große Rolle, die gewisse radioaktive Atomarten für Bestrahlungszwecke in der Medizin spielen, ist ja allgemein bekannt. Handelt es sich dabei nicht um eine Bestrahlung von außen, sondern um eine Einführung z. B. von Emanation in den Körper selbst, so ist die Kenntnis der Verweilzeit der radioaktiven Atomart in dem Körper unbedingt erforderlich. Diese Verweilzeit kann aber, wie aus dem Hauptvortrag von ST. MEYER (Wien) ersichtlich war, bei gesunden und kranken Organen sehr verschieden sein.

Es seien auch noch in letzter Zeit ausgeführte physikalisch-chemische Untersuchungen erwähnt, bei denen die Strahlung radioaktiver Atomarten als Hilfsmittel diente. Bei der Verfärbung des Steinsalzes unter der Einwirkung der Strahlung wurde eine besondere Empfindlichkeit gewisser Stellen festgestellt und auf diesem Wege ein Aufschluß über Feinheiten des Realkristallbaus gewonnen [Hauptvortrag von K. PRZIBRAM (Wien)].

Weiterhin ist es gelungen, den komplizierten Vorgang der allmählichen Zerstörung von Zinksulfidphosphoren durch α-Strahlen zu klären [Einzelvortrag von P. M. WOLF und N. RIEHL (Berlin)].

Für die Technik bedeutsam dürfte schließlich noch die Möglichkeit sein, die Feststellung von Einschlüssen fremder Stoffe und von Hohlräumen in Werkstoffen (Werkstoffprüfung) an Stelle durch Röntgenstrahlen mittels der einfacher zu verwendenden Gammastrahlen durchzuführen [Einzelvortrag von N. RIEHL (Berlin)].

Die Bedeutung der Luftfeuchtigkeit für das Wachstum von Organismen.

Eine Anregung für die physikalische Chemie.

Von ERNST JANISCH, Berlin-Dahlem.

In der modernen klimatologisch-biologischen Forschung stehen die Hauptklimafaktoren Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Mittelpunkt des Interesses. Das kausal-analytische Experiment, das insbesondere für ökologische und epidemiologische Zwecke, z. B. in der angewandten Biologie, die quantitativen Zusammenhänge zwischen den Außenfaktoren und den Lebenserscheinungen (Entwicklung, Wachstum, Vermehrung) zu klären versucht, benötigt dazu genaue Methoden, die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit während einer oft langen Versuchsdauer konstant zu erhalten. Dabei ergeben sich besonders für die Luftfeuchtigkeit oft Schwierigkeiten, die der Biologe ohne weiteres nicht zu überwinden vermag, einfach aus dem Grunde, weil die für die Auswertung der Versuchsergebnisse nötigen physikalisch-chemischen Grundlagen fehlen. Es ist der Zweck dieser Zeilen, die Nachbargebiete der Biologie auf eine Lücke in unserer Kenntnis hinzuweisen, die auszufüllen bisher anscheinend kaum Bedürfnis bestand, deren Vorhandensein aber in der fortschreitenden, quantitativ arbeitenden Biologie stark empfunden wird, ja sogar sichere Entscheidungen über wichtige und grundsätzliche Fragen unmöglich macht.

Als Beispiel sei auf die neuerdings von BUXTON vertretene Theorie hingewiesen, welche besagt, daß biologische Reaktionen wie Entwicklungsgeschwindigkeit, Sterblichkeit u. a. in verschiedenen Temperatur - Feuchtigkeitskombinationen nicht vergleichbar seien, wenn die Reaktionen bei gleicher relativer Luftfeuchtigkeit in verschiedenen Temperaturen verglichen würden, sondern daß die korrespondierende Reaktion durch das gleiche Sättigungsdefizit bestimmt würde, d. h. bei einem Sättigungsdefizit z. B. von 8 mm würde

die tatsächliche Wasserdampfspannung in 30° 23,56 mm = 75% r. F., in 15° 4,73 mm = 35% r. F. sein müssen, um gleichwertige biologische Reaktionen zu erhalten. Andererseits würden Reaktionen bei 75% r. F. in 30° und 15° nicht vergleichbar sein, da das Sättigungsdefizit in 30° 8 mm, in 15° aber nur 3,2 mm betragen würde. Demgegenüber steht die Auffassung anderer Autoren, daß z. B. die Sterblichkeit von Insekten oder die Keimfähigkeit von Pilzsporen in erster Linie durch die relative Feuchtigkeit der Luft bzw. durch die relative Trockenheit (d. i. 100 — r. F.) bestimmt sei. Es ist offensichtlich, daß eine gesicherte Entscheidung dieser Frage die Darstellungsart und die Auswertung von Beobachtungen und Experimenten über den Einfluß des Klimas auf den Wasserhaushalt und die Verbreitung und Vermehrung von Tieren und Pflanzen sowohl für ökologische wie epidemiologische Zwecke wesentlich beeinflussen würde.

Die bisher bekannten Untersuchungen reichen in keiner Weise aus, irgendwelche sicheren Aus-

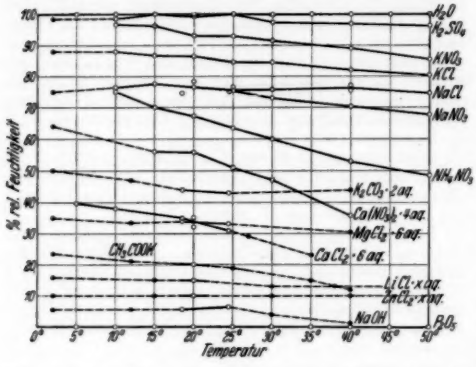

Fig. 1. Salzreihe mit verschiedenen Wasserdampfspannungen in Prozent rel. Feuchtigkeit.
——— phys.-chem. festgestellte Werte,
— — — hygrometrisch ermittelte Werte.

sagen über die Abhängigkeit der Lebenserscheinungen von dem Grad der Luftfeuchtigkeit zu machen. Die Gründe sind in der Hauptsache methodischer Art. Einfache Verfahren, die Luftfeuchtigkeit konstant zu erhalten, sind erst in jüngster Zeit für biologische Experimente brauchbar ausgestaltet worden. Man ist fast allgemein von Schwefelsäurelösungen abgegangen, weil unvermeidbare Verunreinigungen durch Watte, Pflanzenreste, Raupenkot u. dgl. SO_2 bilden, das als Gift den Versuch stört. Heute wird meist mit angefeuchteten Salzen gearbeitet, deren feine Flüssigkeitshäutchen eine schnelle Salzsättigung ermöglichen und so eine sichere Einstellung der Luft auf die Gleichgewichtsdampfspannung gewährleisten. Demgegenüber treten in Salz*lösungen* vertikale Schichtungen auf, die bei Wasseranreicherung den Dampfdruck erhöhen. Für manche Untersuchungen reichen Exsiccatoren als Versuchsgefäße aus. In vielen anderen Fällen, besonders da, wo die von den Pflanzen und Tieren ausgeschiedene Kohlensäure sich ansammelt und als Gift wirkt, hat sich die Deckelschalenmethode nach ZWÖLFER bewährt, der den Deckel einer Petrischale mit Salz beschickt und mit Glasbatist verschließt. Auf den Batist wird dann der Boden umgekehrt aufgelegt, so daß eine schmale Lücke zwischen Salzraum und Zuchtraum entsteht, die gewissermaßen als Kamin wirkt und für eine ständige langsame Lufterneuerung sorgt. Die eintretende Luft ist gezwungen, über das Salz hinwegzustreichen und wird so, je nach der Art des Salzes, getrocknet oder gefeuchtet. In anderen Fällen muß in strömender Luft gearbeitet werden, die durch konzentrierte Salzlösungen mit viel Salz im Überschuß fließt und so auf die gewünschte Feuchtigkeitsstufe gebracht wird[1].

Von biologischer Seite ist damit zunächst alles geschehen, um auf breiter experimenteller Basis die notwendigen Daten erarbeiten zu können. Etwa noch notwendig werdende Verbesserungen der Methodik im einzelnen werden sich aus der Fragestellung und nach der Art der zu untersuchenden Objekte ergeben. Für die Auswertung der Ergebnisse nach der theoretischen und praktischen Seite hin allerdings ist die Möglichkeit noch nicht gegeben, weil die tatsächlichen Dampfspannungen über den für biologische Zwecke in Betracht kommenden Substanzen in dem biologisch wichtigen Temperaturbereich von 0 bis 50° noch nicht genügend bekannt sind.

In Fig. 1 ist eine Zusammenstellung der über verschiedenen Substanzen gemessenen Luftfeuchtigkeiten in Prozent r. F. wiedergegeben. Die mit dicken Strichen verbundenen Kreise stellen Werte dar, die aus der physikalisch-chemischen Literatur (LANDOLT-BÖRNSTEIN, Int. Crit. Tables I, Z. physik. Chem. **109**, 145) entnommen sind. Für die Auswahl der Stoffe war der Gedanke maßgebend, eine möglichst vollständige Feuchtigkeitsskala für die in Betracht kommenden Temperaturen zu schaffen. Für hohe Feuchtigkeitsgrade ist sehr viel mehr bekannt als für niedere. Wir Biologen haben uns darum zum Teil selbst helfen müssen, um ungefähr einen Anhalt für die herrschende Feuchtigkeit zu haben. Da aber im allgemeinen nur hygrometrische Messungen möglich sind, sind die Werte noch sehr unsicher und machen eine Nachprüfung durch genauere Methoden erforderlich. Die hygrometrisch gemessenen Werte sind als Punkte mit gestrichelten Linien eingetragen. Fig. 2 soll auf die Ungenauigkeiten hinweisen, die bei Hygrometermessungen entstehen können. Linie 1 gibt die mit physikalisch-chemischen Methoden ermittelten Werte nach den

[1] Wegen methodischer Einzelheiten verweise ich auf meinen demnächst erscheinenden Aufsatz: „Über die Methoden zur Konstanthaltung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Laboratoriumsversuch."

Int. Crit. Tables I und LANDOLT-BÖRNSTEIN wieder. Linie 2 und 3 sind mit dem Hygrometer-Prüfgefäß nach Dr. OBERMILLER (Fa. Fuess, Berlin-Steglitz) gewonnen, und zwar wurden die Werte für 2 so erhalten, daß das Hygrometer nach der Temperaturkonstanz des Innenthermometers abgelesen wurde; bei Linie 3 wurde das Gefäß vor dem Ablesen 24 Stunden in der Temperatur belassen. In beiden Fällen wurde das Hygrometer über kristallisiertem Calciumchlorid auf 35% in 20° geeicht. Linie 4 gibt die von ZWÖLFER[1] ebenfalls auf hygrometrischem Wege erhaltenen Werte wieder.

Aus den Abbildungen folgt, daß bei tiefen Temperaturen und für niedere Feuchtigkeitsgrade die Daten noch sehr dürftig sind. Es wäre eine dankenswerte Aufgabe der physikalischen Chemie, die von der Biologie dringend benötigten Dampfspannungen möglichst genau zu ermitteln und eine vollständige Feuchtigkeitsskala aufzustellen. Für manche Fragen ökologischer und epidemiologischer

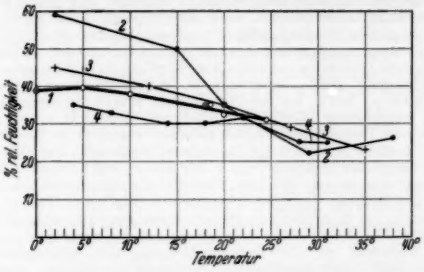

Fig. 2. $CaCl_2 \cdot 6$ aq. Dampfspannungswerte in Prozent rel. Feuchtigkeit über dem feuchten Salz.
1. Phys.-chem. festgestellte Werte:
○ Int. Crit. Tables, ⊕ Landolt-Börnstein;
2. grobe; 3. verfeinerte Hygrometermessung; 4. hygrometrisch ermittelte Werte nach ZWÖLFER.

Natur wären auch Angaben über die betreffenden Dampfspannungen bei den in Deutschland vorkommenden Wintertemperaturen unter 0° erwünscht. Nicht allein für die noch vorhandenen Lücken würden genaue Angaben der Wasserdampfspannungen über den in Frage kommenden Substanzen von der Biologie begrüßt werden, sondern es ist auch eine Nachprüfung der bereits vorliegenden Daten notwendig. Der unregelmäßige Verlauf der Linien in Fig. 1 deutet darauf hin, daß noch manche Messungsfehler vorhanden sind, denn es kann wohl als sicher angenommen werden, daß die Temperaturabhängigkeit der Dampfspannungen und dementsprechend auch der relativen Feuchtigkeit einer mathematisch fixierbaren Gesetzmäßigkeit unterliegt.

Der biologische Versuch liefert des öfteren Hinweise auf die chemischen und physikalischen Eigenschaften der benutzten Stoffe. So zeigt z. B. eine Kurve von HEADLEE [J. econ. Entom. **14**, 267 (1921)] für die Entwicklung von Bohnenkäfern über Aluminiumchloridlösung einen scharfen Knick, der offenbar mit der starken Zersetzlichkeit in Wasser zusammenhängt. Vom chemischen Standpunkt aus wäre Ähnliches auch für $ZnCl_2$ zu erwarten. Ein sehr interessantes Ergebnis, das zugleich ein Beweis für die feine Reaktion von Insekten auf Feuchtigkeitsunterschiede ist, zeigen Untersuchungen über die Abhängigkeit der Entwicklung von Nonnenraupen von der Luftfeuchtigkeit, die ich zur Zeit durchführe. In die Salzreihe war auch Traubenzucker aufgenommen worden, der nach OBERMILLER (Z. physik. Chem. **109**, 163) in 20° eine Dampfspannung erzeugt, die 64% r. F. entspricht. Hygrometermessungen ergaben bei Eichung auf 64% eine gute Temperaturkonstanz. Die Nonnenraupen jedoch zeigten eine Wachstumsgeschwindigkeit, die aus der Reihe herausfiel und mit der Reaktion bei höheren Feuchtigkeitsgraden gleichartig war, und zwar in allen untersuchten Temperaturen von 12° bis 34°. Da die Nonnenraupen im übrigen in ihrer Entwicklung der Salzreihe folgten und um so mehr im Wachstum zurückblieben, je trockener die Luft war, wurde in der Literatur nach genaueren Angaben für die Dampfspannung über Traubenzucker gesucht und dann tatsächlich auch in Landolt-Börnstein ein Wert gefunden, der 82% r. F. entspricht. Anscheinend liegt bei OBERMILLER ein Druckfehler vor, der in diesem Falle durch die Nonnenraupen aufgedeckt wurde.

Auch aus diesem Beispiel folgt, wie notwendig eine genaue Kenntnis der Dampfspannungen über den verschiedenen Salzen usw. ist, da allgemeine Schlußfolgerungen aus den Ergebnissen des biologischen Experiments nur zu ziehen sind, wenn die Bedingungen, unter denen sie erhalten wurden, genau gekennzeichnet werden können. Es darf noch darauf hingewiesen werden, daß alle Stoffe, welche sich mit Wasser unter den biologischen Versuchsbedingungen zersetzen oder gar giftige Produkte bilden, von vornherein ausscheiden müssen. Dabei spielt natürlich auch der Reinheitsgrad eine nicht unwesentliche Rolle, und schließlich darf auch bei der Auswahl der Substanzen die Preisfrage nicht außer acht gelassen werden. Ich gebe mich der Hoffnung hin, daß diese Anregungen von der physikalischen Chemie gern aufgenommen werden und daß die Biologie bald in der Lage sein wird, ihre Untersuchungen auf gesicherter Basis fortzuführen.

[1] Z. angew. Entomol. **18**, 478 (1931).

Kurze Originalmitteilungen.

Unter Mitwirkung von MAX HARTMANN, MAX v. LAUE, CARL NEUBERG, ARTHUR ROSENHEIM und MAX VOLMER.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *kurzen Originalmitteilungen* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer raschen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von **höchstens einer Druckspalte** zu beschränken.

Supraleitung von Ar und Ne.

(Vorläufige Mitteilung.)

Der Gradient der positiven Säule muß so groß sein, daß erstens die Verluste an Ionen und Elektronen, die durch ihre gegenseitige Neutralisierung an den Gefäßwänden entstehen und zweitens die bei den zahlreichen elastischen Zusammenstößen auftretenden Verluste gedeckt werden. Um zu prüfen, welcher Gradient übrig bleibt, wenn die Neutralisierungsverluste an den Gefäßwänden durch Beseitigung der Gefäßwand zum Verschwinden gebracht werden, wurde eine Glimmentladung in einer Glaskugel von 40 cm Durchmesser zwischen einer im Mittelpunkt der Kugel befindlichen Mg-Kathode und der gesamten, durch Mg-Zerstäubung mit einer leitenden Schicht versehenen Innenoberfläche der Kugel von 5000 qcm als Anode erzeugt und die Gesamtspannung zwischen den Elektroden, die sich aus Kathodenfall, Anodenfall und Spannungsverlust in der Gasstrecke (Gradient × 18 cm Weglänge) zusammensetzt, bei normalen Kathodenfall in Abhängigkeit vom Gasdruck gemessen. Während bei Wasserstoff der früher[1] gefundene Gradient von 2,23 V/cm/mm Druck bestätigt wurde, ergab sich bei den Edelgasen Ar und Ne, nachdem sie tagelang durch Mg-Kathodenzerstäubung bis auf das Äußerste gereinigt waren, überhaupt kein meßbarer Unterschied der Gesamtspannungen zwischen 46,5 und wenigen Millimetern Druck. Das heißt, wenn überhaupt ein Gradient in diesen Gasen vorhanden ist, so ist er kleiner als etwa 0,002 V/cm/mm Druck. Die Messungen widersprechen aber in keiner Weise der Annahme, daß die Elektronen unter Umständen durch Ne und Ar ohne irgendwelche Energieverluste hindurchzuströmen vermögen. In Analogie zum Verhalten der Metalle bei tiefen Temperaturen erscheint also für diesen Fall die Bezeichnung „Supraleitung von Ar und Ne" gerechtfertigt. Bei He ergab sich ein geringfügiger Gradient von im Mittel etwa 0,12 V/cm/mm Druck. Es ist aber nicht sicher, ob er nicht durch Spuren von Verunreinigungen vorgetäuscht ist, weil He die Kathode nicht zerstäubt und sich infolgedessen die letzten Spuren von Verunreinigungen bei ihm viel schwieriger entfernen lassen, als bei Ar und Ne.

Dresden, den 7. Juli 1932.

A. GÜNTHERSCHULZE. F. KELLER.

[1] A. GÜNTHERSCHULZE, Z. Physik **22**, 70 (1924).

Die Bestimmung der Größe, Gestalt und Solvatation von Makromolekülen.

Wie in vorangegangenen Arbeiten[2] gezeigt wurde, kann man in einer lyophilen kolloiden Lösung auf Grund osmotischer Messungen das Molekulargewicht M der Teilchen und das spezifische Solvatationsvolumen s (das Volumen, das 1 g gelöster Substanz plus dem davon gebundenen Lösungsmittel im System beansprucht) ermitteln, da der osmotische Druck solcher Lösungen der Gleichung

$$P_0(1 - cs) = \frac{c}{M} RT \qquad (1)$$

gehorcht. Andererseits besteht nach EISENSCHITZ[1] für die relative Viskosität einer Suspension langgestreckter Teilchen die Gleichung

$$\eta_{rel} = 0{,}159\, cs \frac{l}{d \log \frac{2l}{d}} + 1, \qquad (2)$$

worin l die lange, d die kurze Achse der Teilchen bedeuten. Ließe es sich nachweisen, daß das spezifische Solvatationsvolumen s gegenüber den beiden Meßmethoden übereinstimmt, so könnte man die absoluten Dimensionen der Teilchen in einer kolloiden Lösung durch parallel angestellte osmotische und viskosimetrische Messungen ermitteln.

Dieser Nachweis kann erbracht werden. Für frisch gelöste Kautschukmoleküle lassen sich nämlich unter der Annahme, daß sie Fadenmoleküle[3] sind und daß das osmotische s gleich dem viskosimetrischen ist, alle Größen auf der rechten Seite von Gleichung (2) allein aus osmotischen und röntgenographischen Daten ermitteln, so daß man η_{rel} „vorausberechnen" kann. Die so berechneten Werte stimmen mit den gemessenen Werten der relativen Viskosität sehr gut überein. Beispielsweise ergab sich aus osmotischen Messungen in einer 0,25proz. Lösung von Kautschuk in Benzol für die Länge der Teilchen 7550 Å, für deren Durchmesser inkl. Solvathülle 61,5 Å. Hieraus folgt für die relative Viskosität nach Gleichung (2) 3,16; gemessen wurde 3,15. Für eine Lösung von Kautschuk in Benzin waren die entsprechenden Werte $l = 6560$ Å, $d = 53{,}3$ Å, $\eta_{rel} = 2{,}63$; gemessen 2,70.

Nachdem so die Übereinstimmung des osmotischen mit dem viskosimetrischen Solvatationsvolumen nachgewiesen ist, kann man bei Substanzen, von denen keine Röntgendaten vorliegen, allein aus osmotischen und viskosimetrischen Messungen Größe, Gestalt und Solvatation bestimmen. Das Verfahren wurde u. a. auf gealterte Kautschuklösungen angewandt. Es ergab sich hierbei, daß der Alterungsvorgang recht kompliziert ist, da in ihm 3 Gruppen ganz verschiedener Vorgänge durcheinanderlaufen: 1. Verkrackung großer Moleküle, 2. chemische Änderungen, die sich in Veränderungen der Solvatationswerte äußern, 3. parallele Aneinanderlagerungen von Fadenmolekülen zu „Bündelmolekülen" (bis zu 10 Stück). Die beschriebene Methode erlaubt es, in jedem einzelnen Fall diese 3 Vorgänge quantitativ auseinanderzuhalten, auch wenn mehrere dieser Vorgänge zugleich am selben Objekt auftreten.

Eine ausführliche Mitteilung soll demnächst erfolgen.

Berlin-Dahlem, Kaiser Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, den 11. Juli 1932.

GÜNTER VIKTOR SCHULZ.

[2] G. V. SCHULZ, Z. physik. Chem. A **158**, 237; **160** (1932).

[1] EISENSCHITZ, Z. physik. Chem. A **158**, 78 (1932). Die Gleichung ist hier in einer etwas anderen Form als der von E. ursprünglich veröffentlichten gegeben.

[3] Betreffs Fadenmolekülen vgl. STAUDINGER, Z. physik. Chem. A **158**, 35 (1932).

Messung der Ultrastrahlung in 16000 m Höhe.

Die am 27. Mai 1931 ausgeführte Hochfahrt des Freiballons F.N.R.S. bezweckte in erster Linie das Studium der Ultrastrahlung in Funktion der Höhe. Leider konnten wir mit den Messungen erst beginnen, als der Ballon seine größte Höhe fast erreicht hatte. (Wegen eines vor Sonnenaufgang sich einstellenden Bodenwindes mußte nämlich mit ziemlich starkem Auftrieb gestartet werden. Infolgedessen stieg der Ballon in nur 28 Minuten von Augsburg bis auf die Höhe von 15500 m. Während dieser kurzen Zeit waren wir vollauf beschäftigt mit dem Abdichten eines Leckes unserer Kabine, welches als indirekte Folge des Bodenwindes und eines falschen Manövers entstanden war.)

Die Messungen wurden im Innern der Kabine (3,5mm Aluminium) mit einer Druckionisationskammer ausgeführt. (Wandstärke 10 mm Eisen, nützliches Volumen

3,35 l, Füllung 7 at. CO_2, HOFFMANNsche Netzelektrode, Lindemannelektrometer.)

Das Mittel aller Messungen, ausgeführt während der Luftdruck außerhalb der Kabine von 80 mm auf 76 mm Hg sank, ergab 1550 Ionenpaare pro Kubikzentimeter und Sekunde. Um diesen Wert mit den Resultaten von früheren, in anderen Höhen mit der KOLHÖRSTERschen Kammer ausgeführten Untersuchungen zu vergleichen, muß man davon den Reststrom abziehen und den verbleibenden Wert auf Normalluft umrechnen.

Zur Umrechnung der in 7 at. CO_2 gemessenen Ionisation auf den entsprechenden Stromwert in Normalluft benützen wir einen Reduktionsfaktor von 7,7, wie er sich aus den Untersuchungen verschiedener Autoren (HESS, HOFFMANN, LINDHOLM, SCHINDLER u. a.) ergibt. Den Restwert haben wir, einer freundlichen Einladung von Professor HESS folgend, in dessen Laboratorien in Innsbruck (574 m ü. M.) und auf dem Hafelekar (2300 m ü. M.) durch Vergleichen mit einem KOLHÖRSTERschen Apparat bestimmt. (Die Transporte von Material und Beobachter auf das Hafelekar wurden durch die Nordkettenbahn in verdankenswerter Weise ausgeführt.) Dabei fanden wir den (offenbar wegen einer Verseuchung der Kammer anomal hohen) Wert von 32 Ionenpaaren pro Kubikzentimeter und Sekunde, so daß 1518 Ionenpaare pro Kubikzentimeter und Sekunde von der Ultrastrahlung herrühren. Somit erhalten wir als Endresultat für die durch die Ultrastrahlung in Normalluft auf 16000 m Höhe erzeugte Ionisation:

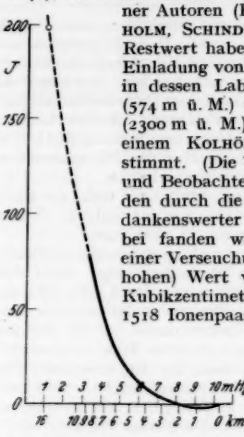

Fig. 1. Differenz der Ionisation in Luft und des Bodenwertes in Funktion der überlagerten Luftmasse (ausgedrückt in Meter Wassersäule) und der Höhe in Kilometern.

$$I = 197 \text{ Ionenpaare pro Kubikzentimeter und Sekunde.}$$

Da die Kontrollmessungen fehlen, und da die in der Kabine sich sammelnde Feuchtigkeit die Messungen stark störte, kann die Genauigkeit dieses Wertes nicht angegeben werden. Man sieht jedoch, daß die Intensität der Ultrastrahlung in dieser Höhe wesentlich größer erscheint als in 9000 m. (Fig. 1. Der ausgezogene Teil der Kurve entspricht den von HESS und KOLHÖRSTER gefundenen Werten.)

Die in der Tagespresse kurz nach der Fahrt mitgeteilte Zahl von etwa 60 Ionenpaaren pro Kubikzentimeter und Sekunde beruhte auf einem Irrtum, der nachher aufgeklärt worden ist (Kurzschluß eines Vorschaltwiderstandes).

Gleichzeitig mit der Ionisationsmessung wurde die Ultrastrahlung mit einem GEIGER-MÜLLER-Zähler registriert. Die Dimensionen des Zählers waren die folgenden:

Länge . . . . . } des Zylinders . . . { 25 mm
Innendurchmesser } . . . { 6 mm
Durchmesser des oxydierten Stahldrahtes 0,3 mm

Zum Betriebe dienten Wifan-Trockenbatterien, die sich gut bewährt haben. Im ganzen standen uns 2000 V zur Verfügung. Die Stromstöße wurden mit Hilfe eines Elektrometers auf laufenden Film photographisch registriert. Als Elektrometer haben wir ein Einfadeninstrument mit 4 μ Platinfaden von 10 mm Länge verwendet. Dieses Instrument arbeitet sehr rasch und ist relativ wenig neigungsempfindlich, da sein Faden im wesentlichen nicht durch die Schwerkraft, sondern durch seine Elastizität eingestellt wird. Obschon der Faden an einem Ende frei ist, wird er nicht zerstört, wenn man das Instrument umdreht.

Als Resultat der Zählung haben wir in 16000 m Höhe, als Mittel aus 1660 gezählten Ausschlägen, 70 Stromstöße pro Minute erhalten, wovon etwa 10 bis 12 Ausschläge dem Spontaneffekt des Zählers zuzuschreiben sind. Der gleiche Zähler zeigt eine Zunahme von 24 Ausschlägen pro Minute unter dem Einfluß der γ-Strahlung von 2 mg Ra in 2 m Distanz. Andererseits ergab sich, daß eine solche γ-Strahlung in der KOLHÖRSTERschen Kammer etwa 250 Ionenpaare pro Kubikzentimeter und Sekunde erzeugt. Aus diesen Zahlen folgt, daß auch der Zähler eine starke Zunahme der Ultrastrahlung mit der Höhe nachweist. Wir möchten uns aber vorläufig einer quantitativen Auswertung dieser Zahlen enthalten, um so mehr, als ein neuer Aufstieg des F.N.R.S. geplant ist.

Der erste Aufstieg hat die gestellten Probleme nicht restlos gelöst. Immerhin hat er gezeigt, daß es möglich ist, in großer Höhe physikalisch zu arbeiten. Wir werden die beim ersten Aufstieg gemachten Erfahrungen zur Verbesserung der Apparatur verwenden, wobei besonders die Instrumente in wirksamerer Weise gegen die Feuchtigkeit geschützt werden sollen. Die vorliegenden Untersuchungen konnten dank der weitgehenden Unterstützung des belgischen „Fonds National de la Recherche Scientifique" und der sachkundigen Mitwirkung der Ballonfabrik Riedinger, der Soc. Belge d'Aluminium G. L'HOIR, der Drägerwerke, der I. G. Farben (Wasserstoffwerk Gersthofen) und der Hellesens Enke & V. Ludvigsen Ltd. ausgeführt werden.

Brüssel, den 20. Juni 1932.

A. PICCARD. E. STAHEL. P. KIPFER.

Besprechungen.

BERTSCH, K., **Paläobotanische Monographie des Federseerieds.** (Bibliotheca botanica, Heft 103.) Stuttgart: E. Schweizerbarth 1931. 127 S., 86 Abb. und 11 Taf. Preis RM 50.—.

Das Federseeried, das größte Moorgebiet des Württembergischen Oberlandes, erfüllt ein flaches Becken von 10 km Länge und etwa 5 km Breite, das in ältere Moränenablagerungen durch die Gletscher der Rißeiszeit eingesenkt wurde. Ihre Schmelzwässer bildeten einen gewaltigen See, der im Laufe der Zeit mehr und mehr verlandete. Der heutige Federsee bedeckt nur noch eine Fläche von etwa 1,5 qkm, der Rest wird von mächtigen Torfablagerungen erfüllt. Stets muß in der Vorzeit das Seegebiet den Menschen angelockt haben, sei es zu kürzerem Verweilen auf seinen Jagdzügen, sei es zu ständiger Besiedelung. Daher sind diese Torfschichten zu einer unerschöpflichen prähistorischen Fundgrube geworden. Paläolithisch ist das Lager der Renntierjäger von Schussenried; im Moor selbst sind zahlreiche Siedelungen aus dem Meso- und Neolithikum, aus Bronze-, La-Tène- und Römerzeit aufgeschlossen worden. BERTSCH, der schon zahlreiche Moore Württembergs paläobotanisch durchforscht hat, legt nunmehr diese schöne Monographie des Federsee-

gebiets vor. 249 fossile Pflanzenarten wurden aus ihm bestimmt, von denen 31 heute nicht mehr vorkommen. Sie sind aber nicht das Wesentliche in dieser Arbeit (sie sollen später in einer „Diluvialflora von Württemberg" gesondert behandelt werden). Es ist bekannt, daß der Torf besonders reich an Pollenkörnern der ehemaligen Waldbäume ist und daß der mengenmäßige Anteil der einzelnen Pollenarten die Zusammensetzung der Wälder widerspiegelt. Da diese aber durch klimatische Einflüsse bestimmt wurde, gestattet die „Pollenanalyse" umgekehrt Schlüsse auf das vorzeitliche Klima. So ist diese neue paläobotanische Untersuchungsmethode zu einem wichtigen Hilfsmittel nicht nur der historischen Pflanzengeographie, sondern auch der Paläoklimatologie und Glazial- bzw. Diluvial- bzw. Alluvialgeologie geworden. Besonders günstig liegen die Dinge, wenn, wie am Federsee, die einzelnen Schichten waldgeschichtlich und gleichzeitig prähistorisch datiert werden können. Die pollenanalytische Untersuchung durch BERTSCH lehrt, daß das Gebiet im Paläolithikum baumlos war, daß dann aber sich Birken- und Kiefernwälder ausbreiteten, auf die eine Massenentwicklung der Hasel folgte. Das war in der mittleren Steinzeit. Im Neolithikum breiten sich die Arten des Eichenmischwaldes aus, das Ende dieser Zeit ist dann durch die Vorherrschaft der Buche gekennzeichnet, die später aber durch Fichte und Kiefer wieder zurückgedrängt wird. Die ältesten Kiefernwälder datiert BERTSCH um 17 000 v. Chr., entsprechend werden die übrigen Abschnitte bis zur Hallstattzeit (um 800 v. Chr.) eingeordnet. Tundra, Steppe und Wald in verschiedener Ausbildung folgten aufeinander. Klimatisch bedeutet das, daß das arktisch-glaziale Klima der Eiszeit zunächst in ein trockenkaltes, später trocken-warmes Landklima überging, das dann mehr und mehr zum gemäßigten Seeklima wurde. Für eine spätere erneute Trockenperiode (subboreale Steppenzeit), wie man sie oft angenommen hat, sind nach BERTSCH keine Anzeichen gegeben.

R. KRÄUSEL, Frankfurt a. M.

Handbuch der Pflanzenanalyse. Herausgegeben von G. KLEIN. II. Band: **Spezielle Analyse I.** *Anorganische Stoffe. Organische Stoffe. I.* Wien: Julius Springer 1932. XI, 973 S. und 164 Abbild. Preis geh. RM 96.—, geb. RM 99.—.

Wie bereits bei der Besprechung des allgemeinen Teiles dieses Werkes betont wurde, kann zur Beurteilung seines Wertes insbesondere die Frage herangezogen werden, ob es die Verwendung anderer Spezialwerke entbehrlich machen kann.

Die Antwort auf diese Frage ist mehr als dem allgemeinen Teile dem speziellen zu entnehmen, und es darf wohl zusammenfassend gesagt werden, daß dieser Forderung in dem nun vorliegenden Teile weitgehend entsprochen ist. Sowohl die in diesem Abschnitte behandelten Analysen der anorganischen Stoffe, als auch die der organischen Stoffe umfaßt die in den betreffenden Abschnitten enthaltenen chemischen Pflanzenstoffe in einem solchen Umfange, als es die verschiedenen an der Pflanzenanalyse interessierten Fachgebiete benötigen. Gelegentlich werden allerdings analytische Methoden für gewisse Verbindungen vermißt werden, die gegenwärtig bei verschiedenen Fragestellungen beansprucht werden dürften. In dieser Beziehung möchte ich die Glukonsäure besonders betonen.

Bei anderen, angegebenen Methoden wären vielleicht zweckmäßigerweise neben den aufgenommenen Originalmethoden auch die in der Literatur niedergelegten Verbesserungen anzubringen gewesen, da so dem Analytiker doch manches Fehlresultat erspart bzw. die Untersuchung erleichtert werden könnte. Hier möchte ich die Glykogenbestimmungsmethoden sowie die verschiedenen Methoden der Phosphorsäurebestimmung im besonderen hervorheben.

Für das Druckfehlerverzeichnis, das wohl am Ende des Werkes erscheinen dürfte, sei auf Seite 29 (Blattlaugensalz statt Blutlaugensalz) verwiesen.

Bei der allgemeinen Beurteilung der in diesem Bande enthaltenen analytischen Methoden zeigt sich, daß diese heute doch noch zu wenig Rücksicht auf die eigentliche Zustandsform nehmen, in der sich die verschiedenen chemischen Verbindungen in der Pflanze befinden; denn zum weitaus größten Teile erfahren bei den angewendeten Methoden die zu analysierenden Verbindungen derartige Umwandlungen, daß ein *biologisch* verwertbarer Schluß aus den Analysen selbst oft nur schwer gezogen werden kann. Es wird somit aus derartigen Zusammenstellungen die erfolgreiche Anregung übernommen werden können, das in dieser Richtung Fehlende zum Gegenstand der Forschung zu machen, was zweifellos zu einer ganz wesentlichen Bereicherung der analytischen Methoden und demgemäß zu einer Bereicherung des Inhalts einer künftigen Neuauflage dieses Handbuches führen kann.

Von großem Vorteil für die Anwendung des Handbuches ist es, daß schon jedem Bande ein ausführliches Sachregister beigegeben ist, wodurch sich gerade dieses Handbuch so vorteilhaft von vielen anderen unterscheidet.

E. STARKENSTEIN, Prag.

Botanische Mitteilungen.

Die Frage nach dem **Mechanismus des Wachstums der Pflanzenzellen** ist zuerst von JULIUS SACHS (1874) aufgeworfen und dahin beantwortet worden, daß die Dehnung der Zellwand durch den Innendruck es sei, welche durch Vergrößerung des Abstandes zwischen den kleinsten Teilchen die Ablagerung neuer Substanz ermögliche. Diese Vorstellung, welche mit der Intussuszeptionstheorie von NAEGELI gut zusammenpaßte, blieb trotz mancher Angriffe herrschend, bis PFEFFER (1893) gegen sie anführte, daß eingegipste, und dadurch am äußeren Wachstum gehinderte Wurzeln trotzdem eine Flächenvergrößerung der Zellwände aufweisen, obgleich eine Dehnung durch Turgordruck hier nicht in Frage kommt. Neuerdings ist wieder PFEFFERS Auffassung strittig geworden, weil es Flächenvergrößerung ohne Substanzeinlagerung gibt. Diese Zusammenhänge werden in einer sonst vortrefflichen Arbeit von A. N. J. HEYN [Rec. Trav. bot. néerl. **28** (1931)] nicht ganz klar.

Auch sonst ist die Arbeit schwer zu lesen, was zur Entschuldigung dienen möge, wenn der Ref. etwas nicht ganz richtig wiedergeben sollte.

Die Frage nach dem ersten und maßgebenden Vorgang bei der Zellstreckung ist deshalb so schwierig, weil verschiedene Prozesse regelmäßig ineinander greifen. Der Verf. sucht ihr beizukommen, indem er scharf unterscheidet zwischer elastischer und plastischer Dehnung. Experimentiert wurde ausschließlich mit den Keimscheiden des Hafers. Das Wachstum wurde durch Abschneiden am Grunde, die Wuchsstoffeinwirkung durch Entfernung der Spitze unterbunden. An dekapitierten Keimlingen wurde die elastische Dehnbarkeit nach Unterbrechung des Wachstums vermindert, obgleich Unterschiede in der Wuchsstoffmenge nicht vorhanden

sein konnten. Die Unterschiede in der elastischen Dehnbarkeit sind also nicht Ursache, sondern Folge des Wachstums. Der Rückgang einer tropistischen Krümmung bei Aufhebung des Turgors ist zum Studium des Wachstumsmechanik nicht geeignet, weil dabei die Dehnungszunahme der konvexen Seite, welche Folge des gesteigerten Wachstums ist, zusammenwirkt mit der Dehnungsabnahme der konkaven Seite, die die Folge der Wachstumshemmung ist. Diese Veränderungen sind aber sekundär.

Viel wichtiger sind die Veränderungen der Duktilität. Diese wird durch Wuchsstoff erhöht, so daß der normale Zellturgor eine Überdehnung zuwege bringen kann. Durch Einlagerung von Membransubstanz wird dann die auf die Flächeneinheit kommende Zellwandmasse wiederhergestellt. Wachsende Membranen müssen somit dauernd bis zur Elastizitätsgrenze gedehnt sein. Bei Aufhören des Wachstums findet Stabilisierung der Flächengröße statt. Die plastische Dehnung ist nicht unbegrenzt, weil durch sie die Dehnbarkeit herabgesetzt wird.

Durch die Untersuchungen des Verf. werden unsere Kenntnisse über die physikalischen Eigenschaften wachsender Zellwände wesentlich bereichert. Es kann als bewiesen gelten, daß plastische und nicht elastische Dehnung die Grundlage für die Zellstreckung abgibt.

Allerdings ist dazu zu sagen, daß ein so großer Unterschied zwischen den beiden Arten der Dehnung, wie ihn der Verf. anzunehmen scheint, nicht zu bestehen braucht. Bei den meisten Stoffen ist die Verlängerung nach kurzer Inanspruchnahme zu einem mehr oder weniger großen Teil reversibel. Mit der Zeit der Dehnung nimmt der Rückgang immer mehr ab, d. h. elastische geht in plastische Dehnung über. Der Unterschied wird hauptsächlich durch den Zeitfaktor bewirkt.

In diesem Sinne sind auch neue Untersuchungen von Heyn und v. Overbeek [Kon. Akad. Amsterdam **34** (1931)] zu beurteilen, in denen mit einer eleganten Methode gezeigt wird, daß der bleibende Teil einer durch $2^1/_2$stündige Belastung bewirkten Krümmung durch den Einfluß des Wuchsstoffes vergrößert wird. Aber auch der rückgängige Teil der Dehnung ist bei Wuchsstoffeinwirkung größer als ohne diese, selbst bei der kürzesten Beanspruchung (3 Minuten). Im übrigen sieht man sehr deutlich, wie der irreversible Teil der Beugung mit der Zeit immer größer wird, d. h. daß elastische in plastische Dehnung übergeht, und zwar annähernd proportional der zeitlichen Zunahme der Gesamtkrümmung. Das ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß die anfänglich gemachte scharfe Unterscheidung der beiden Dehnungsarten nicht aufrechterhalten werden kann. Die Verff. müssen auch zugeben, daß eine Beeinflussung der elastischen Dehnbarkeit durch den Wuchsstoff, die sie aus einem dem Ref. nicht verständlichen Grunde für gering halten, stattgefunden hat.

„Man kommt dem Sachverhalt vielleicht ziemlich nahe, wenn man annimmt, daß durch den Turgor und die Imbibition sowie durch die damit verbundene sekundäre Gewebespannung die Elastizitätsgrenze der wachsenden Zellhäute beständig beinahe erreicht (oder überschritten) wird, und daß durch die Einlagerung fester Partikeln die im Moment herrschende Spannung zum Teil ausgeglichen wird, worauf sich der Vorgang wiederholt, so daß *das Wachstum eine durch Einlagerung fester Substanz unterstützte beständige Überschreitung der Elastizitätsgrenze eines wachsenden Zellhautstückes genannt werden dürfte.*" Dieser Satz, der die neuen Ergebnisse wohl ziemlich getreu wiedergibt, stammt aber nicht von den Verfassern, sondern aus der 3. Auflage von Julius Sachs' Lehrbuch der Botanik von 1873.

In einem Nachtrag zur erstgenannten Arbeit wendet sich der Verf. gegen den Vorschlag des Ref. (Jb. Bot. **74**), nur dann von Wachstum zu sprechen, wenn auch Substanz in die Zellwand eingelagert wird. Plastische Dehnung *und* Substanzvermehrung gehörten zum Wesen der Zellstreckung. Einen Gegensatz kann Ref. da nicht sehen. Auch der Verf. würde wohl die Vergrößerung eines Kartoffelstückes in Wasser nicht als Wachstum bezeichnen. Ferner kann Ref. im Gegensatz zum Verf. nicht einsehen, warum man nicht auch weiterhin von Wuchsstoffen sprechen soll, auch wenn unter experimentellen Bedingungen durch diese Stoffe eine Flächenvergrößerung ohne Einlagerung neuer Teilchen erzielt werden kann.

Ursprung und Blum haben bekanntlich ihre zellphysiologischen Arbeiten u. a. auf die Vorstellung aufgebaut, daß die Zellhaut nahezu ideal elastisch sei. Neuerdings haben Ziegenspeck, Overbeck und der Ref. gefunden, daß das in manchen Fällen nicht richtig ist. Gegen diese Befunde konnte eingewendet werden, daß die Überdehnung bei längerem Aufenthalt in Wasser, also unter unnatürlichen Umständen, eingetreten sei. Das wäre immerhin schon eine Einschränkung gegenüber der ursprünglichen, sich an Pfeffer anlehnenden Meinung, daß eine Überschreitung der Elastizitätsgrenze durch den Turgordruck nicht vorkomme, abgesehen davon, daß bei der Methode von Ursprung und Blum die Schnitte regelmäßig in Wasser gelegt worden waren.

In einer Arbeit von M. Märkert, die den thermonastischen Blütenbewegungen von Tulipa gewidmet ist, wird den **mechanischen Eigenschaften der Zellwände** besondere Aufmerksamkeit geschenkt [Bot. Arch. **33** (1931)], und es zeigt sich, daß die Methoden der „Saugkraftmessung" hier wieder einmal nicht anwendbar sind. Die Zellwände des Perigongrundes sind stark dehnbar, aber wenig elastisch. Wassersättigung führt zu einer Überdehnung. Die Dehnung der Zellwände bei der Wasseraufnahme setzt sich aus einer reversiblen und einer irreversiblen Komponente zusammen (wie bei allen Stoffen P.), deren erste sehr zurücktreten konnte. Die Ergebnisse können nicht durch Wachstum gefälscht sein, wie besondere Messungen ergaben, durch die sich zeigte, daß das nach 5 Minuten erreichte Volumen weiterhin sich nicht mehr vergrößerte. Die Aufenthaltsdauer der Schnitte in Wasser und die Temperatur desselben hatten keinen Einfluß, die plastische Dehnung der Zellwände trat sofort mit der Wassersättigung ein.

Zum Vergleich mit dem, was in der vorigen Besprechung gesagt ist, soll auch noch die Begriffsbestimmung für Wachstum angeführt werden, wie sie Märkert gibt. Sie spiegelt wieder eine andere Auffassung wieder, die dahin geht, „daß mit Wachstum nur diejenigen irreversiblen Gestalts- und Volumveränderungen der Zellen zu bezeichnen sind, die zu ihrer Auslösung des lebendigen Protoplasmas bedürfen und von ihm ausgehen." Hiernach wären also auch bloße Duktilitätsdehnungen der Zellwand Wachstum, wofern sie durch Turgordruck hervorgerufen werden.

Eine **Beeinflussung der Organdifferenzierung durch die Schwerkraft** ist schon vielfach gefunden worden. S. Imamura [Mem. Coll. Sc. Kyoto Univ. B **6**, 271 (1931)] beschreibt einen neuen, sehr bemerkenswerten Fall einer Geomorphose für die Blätter von Iris japonica. Diese stehen nicht senkrecht, wie die der meisten Schwertlilien, sondern geneigt und tragen die Spalt-

öffnungen fast ausschließlich auf der Unterseite, während sich auf der Oberseite ein palisadenähnliches Assimilationsgewebe findet. Das Besondere ist nun, daß die Stellung des Blattes das primäre Agens und die histologische Ausbildung Folgeerscheinung ist. Die Dorsiventralität ist also nicht festgelegt. Während aber bei manchen Cupressineen das Licht der bestimmende Faktor ist, spielt hier die Schwerkraftrichtung die Hauptrolle. Man kann sogar durch Wechsel der Stellung während der Entwicklung Blätter erzielen, die streckenweise auf der einen oder anderen Seite die histologische Oberseite haben. Bei fast senkrecht stehenden Blättern kommt ein solches Mosaik auch in der Natur vor.

Die **Reizleitung beim Phototropismus der Paniceen,** einer Unterfamilie der Gräser, welche einen Keimstengel zu entwickeln pflegt, ist seit den klassischen Untersuchungen von ROTHERT in jedem Lehrbuch zu finden. H. BUCH [Mem. Soc. pro Fauna et Flora Fenn. **6** (1930)] bringt in einer kleinen Mitteilung beachtenswerte Ergebnisse, die gegen die alte Auffassung sprechen und diesen Fall den modernen reizphysiologischen Anschauungen einzugliedern erlauben. Verfasser nimmt an, daß der Keimstengel sich deshalb bei Verdunkelung der Keimscheide nicht krümme, weil er zu durchsichtig sei, als daß eine genügende Helligkeitsdifferenz auf den beiden Flanken entstehen könnte. Als Beleg dafür dient ein Versuch, in dem die Lichtseite halbseitig beschattet und dadurch eine Krümmung quer zur Lichtrichtung erzielt wurde. Das allmähliche Herunterrücken der Krümmung und die Reaktion von Keimstengeln, deren Scheide durch ein Käppchen verdunkelt ist, erklärt Verfasser durch die Bildung schräger Schatten. Das kann aber nur bei schiefer Beleuchtung gelten, wie sie in den schematischen Figuren angegeben ist. Hier ist eine Lücke, wie überhaupt die Mitteilung allzu fragmentarisch ist.

Der Verf. ordnet seinen Fall dem allgemeinen für orthophototropische Objekte ein, für den folgendes gelten soll: Das Licht ruft, unabhängig von seiner Richtung, in wachsenden, orthotropen pflanzlichen Objekten eine Anzahl mit dem Wachstum zusammenhängende Erscheinungen hervor, und wenn die Lichtverteilung im Objekt asymmetrisch ist, kann als sekundäre Folge der oben erwähnten Erscheinungen Wachstumskrümmung eintreten. Dafür, daß dieser Zusammenhang wirklich auch für Panicum gilt, sprechen übrigens auch Erfahrungen des Ref., die dem Verfasser unbekannt sind, und nach denen die „Lichtstimmung" auch durch Beleuchtung des Stengels beeinflußt wird.

Über die **tagesperiodischen Bewegungen der Blätter** ist außerordentlich viel gearbeitet worden, mehr eigentlich, als ihrer Bedeutung im Pflanzenleben entspricht. Und dennoch sind noch ganz wesentliche Dinge unbekannt, vor allem die kausalen Beziehungen zwischen diesen Bewegungen und täglichen Veränderungen in der Außenwelt. BÜNNING [Jb. Bot. **75** (1931)] liefert nun auf eine verblüffend einfache Weise den Beweis, daß ein innerer Rhythmus vorhanden ist, der nur unter natürlichen Umständen durch tagesperiodische Umstände in der Außenwelt so gesteuert wird, daß ein 24 stündiger Wechsel der Blattstellung zustande kommt.

Der Hauptpunkt in der Beweisführung ist das Ergebnis, daß bei im Dunkeln unter gleichmäßigen Bedingungen gewachsenen Bohnenkeimlingen die Zeitdauer einer Blattschwingung nicht immer 24 Stunden beträgt, sondern daß bei höherer Temperatur diese Zeit kürzer ist, nämlich 19 Stunden bei 35°, 22 Stunden bei 30° usw., bei tieferer Temperatur aber länger, nämlich 30 Stunden bei 15°, 27 Stunden bei 20° usw. Die Periode ist also nur bei mittlerer Temperatur ungefähr 24 Stunden, hängt sonst aber von der Geschwindigkeit irgendwelcher Vorgänge ab, welche durch Wärme beschleunigt werden.

Der Hauptgrund, warum dieser innere Rhythmus bisher nicht sicher erkannt worden ist, liegt darin, daß er allein noch keine periodischen Bewegungen verursacht, wahrscheinlich deshalb, weil Teilvorgänge, die an sich ungefähr tagesperiodisch verlaufen, sich nicht synchron abspielen. Durch einen zeitlich bestimmenden Anstoß, zum Beispiel das Licht einer bei der Vorbereitung verwendeten Lampe, auch einer dunkelroten, werden sie gewissermaßen geordnet, so daß nun die tägliche Periode klar zum Ausdruck kommt, auch wenn die äußeren Bedingungen so konstant wie möglich gehalten werden. Allmählich aber klingen die Bewegungen wieder ab, d. h. die Teilvorgänge werden wieder verwirrt, um auf einen kurzen neuen Reiz wieder synchronisiert zu werden. Durch diese Vorstellungen wird der Streit, ob diese Bewegungen einem inneren oder äußeren Rhythmus folgen, erledigt, und das Suchen nach einem unbekannten Faktor, der regelnd eingreife, wird überflüssig.

Die **Blütenbiologie von Wasserpflanzen** bedarf noch vielfach der Klärung. Über diejenige einiger tropischer Nymphaeaarten unterrichtet eine Untersuchung von SCHMUCKER [Planta **16**, 376 (1932)], welche zeigt, daß man auch fern vom natürlichen Standort zu wichtigen Ergebnissen kommen kann. Vor allem wird gezeigt, daß die untersuchten Blüten Gleit- und Sturzfallen für die bestäubenden Insekten darstellen, wie wir sie bisher nicht kennen, und zwar nur, solange sie im weiblichen Stadium sind. In diesem sind die Antheren aufgerichtet, so daß sie zu einer Art Korb zusammenschließen, und da sie völlig glatt und mit einer ölartigen Gleitsubstanz bedeckt sind, so können die abgestürzten Insekten nicht entweichen. Am Boden des „Korbes" befindet sich ein „Nektarsee", in dem die Insekten ertrinken, während der Pollen, mit dem sie eingestäubt sind, gerade in dieser, übrigens zuckerarmen Flüssigkeit am besten keimt. Im darauffolgenden männlichen Stadium werden die Insekten, welche durch die Farbe und den Pollen angelockt worden sind, reichlich eingepudert. Schöne Abbildungen und Angaben über Zwergpflanzen aus Brutknospen und deren Dimensionen, über Reizbewegungen der Blattstiele und rhythmische Bewegungen der Blütenteile bei Nymphaeaceen vervollständigen die Arbeit.

Die **Chemie der Wuchsstoffe,** welche auf die Avena-Koleoptile einwirken, wurde von F. KÖGL und A. J. HAAGEN SMIT (Kon. Akad. Amsterdam, Proc. **34**, 1931) bis zu einem gewissen Grade aufgeklärt. Die biologische Prüfung der Wirksamkeit einer Lösung erfolgte ähnlich wie bei Vitamin- oder Hormonstudien, und wurde auf Grund der Befunde von F. W. WENT möglich. Und zwar wurde als eine Avena-Einheit (AE.) jene Menge wirksamen Stoffes bezeichnet, die bei einer Temperatur von 22—23° und 92% Feuchtigkeit innerhalb 2 Stunden die dekapitierten Avena-Koleoptilen zu einer Krümmung von 10° veranlaßt. Um ein geeignetes Ausgangsmaterial zur Reindarstellung zu finden, wurden verschiedene Stoffe auf ihren Gehalt an Wuchsstoff untersucht. Ein Diffusionsprodukt aus Maiskoleoptilspitzen enthielt z. B. 300 AE. pro Milligramm, die Kulturflüssigkeit von Rhizopus 40—110, menschlicher Harn etwa 400 AE. Dieser wurde als Ausgangsmaterial verwendet, wobei es günstig war,

daß in der Bikarbonatfraktion, die als Nebenprodukt bei der Gewinnung der Sexualhormone aus Schwangerenurin abfällt, schon eine Anreicherung stattgefunden hatte.

Durch Ansäuern und Ausäthern konnte daraus ein Zwischenprodukt gewonnen werden, welches durch Petrolätherextraktion von $^4/_5$ der unwirksamen Stoffe befreit werden konnte. Der in Ligroin unlösliche Rückstand enthielt bereits 130000 AE. Er wurde durch physikalische und chemische Reinigung, welch letztere sich auf den sauren Charakter der wirksamen Substanz gründet, sowie schließlich durch Vakuumdestillation auf 5000000 AE. pro Milligramm gebracht. Nun entstand ein kristallisierendes Produkt, welches durch Umkristallisieren aus wäßrigem Aceton gereinigt und auf 3×10^9 AE. gebracht werden konnte, worauf eine weitere Erhöhung nicht mehr zu erzielen war. Es ist also 1 AE. = 1/30000 γ. Die Molekularbestimmung ergab 342, 353, 330, was mit den aus Diffusionsversuchen errechneten Werten von WENT ziemlich übereinstimmt. Die Elementaranalyse ergab 68,62% C, 10,18% H und 21,20% O. Genaue Bestimmungen sollen angestrebt werden.

Für den Wuchsstoff wird der Name „Auxin" vorgeschlagen. Er soll in die Gruppe der „Phytohormone" gerechnet werden.

Die **Kultur einer** sehr eigenartigen **Meeresalge,** der Acetabularia mediterranea, welche J. HÄMMERLING, einem Schüler von HARTMANN, gelungen ist, ergab wichtige morphologische Aufschlüsse [Biol. Zbl. **51** und **52** (1931 und 1932)]. Die Alge gedieh in künstlichem Meerwasser mit Nitrat- und Phosphat- sowie Erdabkochungszusatz. (Dasselbe wurde vom Ref. bei einer ganzen Reihe von Arten aus dem Mittelmeer schon vor 3 Jahren festgestellt. Nur machte die Reinigung von Diatomeen und Cyanophyceen Schwierigkeiten.)

Acetabularia erwies sich in der Jugend bis zur Ausbildung des an einen Hutpilzfruchtkörper erinnernden „Schirmes" als *einkernig*. Dieser Kern ist aber ziemlich kompliziert gebaut, so daß er an denjenigen gewisser Ciliaten ähnlich zu sein scheint. Er befand sich immer am Grunde der Pflanze in dem „Rhizoid", auf das aber wegen seiner verzweigten Gestalt dieser Name nicht recht paßt. Später teilt sich der Kern in viele kleine Kerne, welche durch den Stiel in den Hut einwandern, so daß jede der sich in ihm bildenden Zysten einen Kern bekommt.

Nicht richtig ist es, wenn der Verf. meint, daß die Siphonocladialen und Siphoneen „allgemein nach ihrer Zellstruktur charakterisiert werden: als einzellig, aber *vielkernig*". Ersteres gilt nur für die Siphoneen. Eine Änderung der systematischen Stellung nach den neuen Befunden wird nicht angestrebt, kommt auch nicht in Betracht.

Dagegen erwies sich die Alge als ein schönes Versuchsobjekt für entwicklungsphysiologische Fragestellungen. Hauptsächlich wurden Regenerationsversuche angestellt. Dabei zeigte sich, daß kernhaltige Bruchstücke fast immer regenerationsfähig sind. Aus dem Rhizoid werden normale Hüte von der üblichen Größe wiedergebildet. Kernlose Bruchstücke können lange am Leben bleiben und sogar ein gewisses Formbildungsvermögen zeigen, wenn auch keine Hüte von normaler Größe entstehen. Durch Pfropfen kernloser Bruchstücke auf kernhaltige Rhizoiden kann die Entwicklungsfähigkeit sehr erhöht werden, wobei es auch gelingt, die Polarität von Stielstücken umzukehren. Die Ergebnisse lassen weitere Untersuchungen als sehr hoffnungsvoll erscheinen.

Das **„Saugkraft"-Gefälle,** welches URSPRUNG und BLUM in transpirierenden Blättern gefunden haben, wird von ELIZ. C. M. ERNEST [Ann. of Bot. **45** (1931)] einer Kritik unterzogen. Sie übernimmt die Vorstellung von OPPENHEIMER, daß es sich nicht um statische, sondern um dynamische Gradienten handelt, so daß das Gefälle aufhören müsse, wenn die Pflanzenteile abgeschnitten und in Paraffinöl übertragen werden, wie das bei der URSPRUNGschen Methode geschieht.

Zur Prüfung dieser einleuchtenden Vorstellung werden Präparate verwendet, welche nicht durch Schneiden gewonnen sind, sondern durch Abziehen der Epidermis, an der Mesophyllzellen hängen bleiben. Dadurch werden die Störungen vermieden, welche durch das Austreten von Zellsaft aus zerschnittenen Zellen zustande kommen müssen. Es wurde gefunden, daß die Saugspannungen der Zellen niedriger waren als sie an denselben Objekten mit der Methode von URSPRUNG und BLUM erhalten wurden. Auch zeigte sich nichts von einem Gefälle. Leider sind die von ERNEST publizierten Werte in den Tabellen etwas zu schön. So gute Übereinstimmungen sind bei Saugspannungsmessungen kaum zu bekommen. Eine Nachuntersuchung erwies sich als unmöglich, weil die nach dem Verfahren von Miss ERNEST hergestellten Präparate kaum mehr lebende und gesunde Mesophyllzellen enthielten. Da von ihr die Artnamen der verwendeten Crocus- und Irisblätter nicht genannt werden, hat Herr Dr. OPPENHEIMER mehrere Spezies herangezogen, ohne einen Erfolg zu erzielen. Das Problem ist also, wie so viele auf diesem Gebiet, noch als offen zu betrachten.

Die Messung der **Geschwindigkeit des Saftstromes** in Pflanzen wird von B. HUBER [Ber. dtsch. bot. Ges. **50** (1932)] mit einer neuen Methode versucht, die den Vorteil hat, daß die notwendigen Eingriffe auf das geringste Maß beschränkt werden. Dabei wird eine kleine Stelle des betreffenden Stengels leicht erwärmt und die Fortbewegung des erwärmten Gefäßwassers thermoelektrisch bestimmt. Wenn es sich auch nur um Vorversuche handelt, so ist doch schon zu erkennen, daß das Verfahren bei Berücksichtigung der durch die Temperaturerhöhung bewirkten Dimensionsänderungen wertvolle Fortschritte bringen wird. Vorläufig werden die hohen Geschwindigkeiten bestätigt, die vor kurzem COSTER auf Grund von Versuchen in Java mit Farblösungen veröffentlicht hat. Der größte gemessene Wert wurde bei einer Passiflora mit 75 cm/min gefunden.

Verf. benutzt die Gelegenheit, um auch andere Methoden und Probleme bei der Messung der Saftgeschwindigkeit, und zwar derjenigen im Leptom und im Hadrom zu erörtern. Leider konnte eine Verschiebung des Siebröhreninhaltes, die noch nie festgestellt worden ist, auch von ihm nicht beobachtet werden, was er auf Störung durch irgendwelche Umstände bei der Präparation zurückführt.

Die **Wirkung des Warmbades beim Frühtreiben** war man auf Grund der Versuche von BORESCH u. a. geneigt, auf die Entstehung von Reizstoffen im anaeroben Stoffwechsel zurückzuführen, der bei der erhöhten Temperatur unter Wasser einsetzen sollte. In einer Arbeit von AUSEKLIS VEGIS [Jb. Bot. **75** (1932)] wird nun gezeigt, daß das zum mindesten für die Winterknospen des Froschbiß nicht zutreffen kann.

Hydrocharis morsus ranae war für solche Zwecke aus folgenden Gründen besonders geeignet: Der Einfluß des Wassers selbst konnte nicht von Bedeutung sein, weil die Winterknospen ohnehin im Wasser liegen. Deshalb konnte hier leicht die Wirkung der Wärme

für sich untersucht werden. Auch der Sauerstoffmangel konnte nicht wesentlich sein, denn die Knospen können monatelang im Schlamm unter anaeroben Verhältnissen liegen, ohne zu keimen.

Der Beweis aber wurde geführt durch die kurze Einwirkung verhältnismäßig hoher Temperaturen, wobei dieselbe Wirkung erzielt wurde, wie bei der meist verwendeten Kombination tieferer Temperaturen mit langen Einwirkungszeiten. Die Wirkung der Temperatur erwies sich also als abhängig von der Dauer, doch wächst sie nicht proportional, sondern bei hohen Wärmegraden müssen die Zeiten mehr als entsprechend verkürzt werden. In diesem Ergebnisse ist ein weiterer Beweis dafür zu sehen, daß Wasseraufnahme und Entstehung anaerober Stoffwechselprodukte nicht das Frühtreiben bewirken. Wahrscheinlich ist die Beeinflussung der Plasmakolloide die Hauptsache. Doch gilt dieser Schluß zunächst nur für das untersuchte Objekt. Für andere liegen genug Gründe vor, die die Schlußfolgerungen von BORESCH wahrscheinlich machen.

Die Vorstellung, daß **Grellrot als Vogelblumenfarbe** stark vorherrsche, hat O. PORSCH schon mehrfach bestritten. Nun [Biol. generalis (Wien) **7** (1931)] gibt er eine zahlenmäßige Zusammenstellung, aus der hervorgeht, daß diese Farbe in ganzen Reihen von Pflanzen mit Blüten, die an Vogelbesuch angepaßt sind, fehlt. In anderen ist sie allerdings auffallend häufig. Das hat seinen Grund offenbar darin, daß das Vogelauge durch gelbe Fettkugeln vor den Sehzellen gegen kurzwelliges Licht abgeschirmt ist, wogegen das Insektenauge gerade das langweillige Licht nicht von Dunkelheit unterscheiden kann. Hinzukommen dürfte die Tatsache, daß sich Rot vom grünen Hintergrund der Blätter gut abhebt. Das wäre aber bei Fehlen des Farbstoffes, also wenn die Blüten weiß wären, ebenso. Nicht ganz richtig ist auch die Aussage, „daß Feuerrot die einzige Farbe ist, welche sich nicht nur von jedem farbigen Hintergrund deutlich abhebt, sondern auch in den frühen Morgen- und späten Nachmittagsstunden noch gut sichtbar bleibt". Infolge des PURKINJESchen Phänomens wäre jede hellere Farbe in dieser Hinsicht geeigneter. Sehr beachtenswert ist der Hinweis, daß man nicht ohne Bedenken Schlüsse auf Blumenvögel aus Versuchen mit ganz anders lebenden Vögeln ziehen sollte, sondern daß nur das Experiment entscheiden kann.

Daß man die **Blumenvögel mit** geeigneten **Vogelblumen** geradezu **ködern** kann, zeigt PORSCH in einer weiteren Mitteilung [Biol. generalis (Wien) **8** (1932)]. Man ersieht aus der Schilderung, mit welcher Sicherheit auch vereinzelt und selten lebende Vögel sich an den ihnen zusagenden Pflanzen zur Blütezeit einfinden. Dies ist ihnen vielfach zum Verhängnis geworden, indem die Vogeljäger ihnen an solchen Orten auflauern und manche von ihnen leicht erbeuten.

Die **osmotische Anpassung von Nitella** an die Konzentration der Außenlösung wird von L. S. WILDERWANCK [Kon. Ak. Wetensch. Amsterdam **34** (1931)] mit Hilfe der BARGERschen Methode studiert. Bei dieser wird die zu untersuchende Flüssigkeit abwechselnd mit Tropfen einer Testlösung von bekannter Konzentration in eine Glascapillare eingesaugt. Nach dem Ausgleich der Dampfspannungen werden die vorher genau gemessenen Tropfen noch einmal gemessen. Sind sie kleiner geworden, so war ihre Konzentration geringer, haben sie zugenommen, so war sie größer als die der Testlösung. Die Messung geschah mit Mikroskop und Okularmikrometer.

Nitella bietet den Vorteil, daß die Zellen groß genug sind, um aus einer einzigen mit Hilfe einer scharfen Capillare durch Anstechen genug Saft für eine Messung zu gewinnen. Im Sommer war die osmotische Konzentration gleich 7 Atm., im Winter etwas höher. Der Unterschied wird durch Licht- und Temperaturunterschiede bewirkt.

Wurden die Pflanzen in Rohr- oder Traubenzuckerlösung kultiviert, so erhöhte sich der osmotische Druck in den Zellen. Mit Hilfe eines Kleingärverfahrens wurde der Zellsaft auf Zucker geprüft, ohne daß solcher, selbst nach monatelangem Verweilen der Pflanzen in 0,1 mol. Zuckerlösung, nachgewiesen werden konnte. Die Erhöhung der Saftkonzentration muß also durch Bildung anderer Substanzen im Zellsaft, d. h. durch Anatonose vor sich gehen. Anders verhielt sich die Zelle gegen Harnstoff, der zwar die osmotische Konzentration erhöhte, aber in Wasser wieder heraus diffundierte, also selbst eingedrungen gewesen sein muß.

Die **„phototropische Indifferenz" von Phycomyces** gegen starke einseitige Lichtreize wurde von E. S. CASTLE [Bot. Gaz. **91** (1931)] untersucht. Er fand, daß ein Lichtreiz von genügender Stärke, der keine Krümmung verursachte, dennoch bei einseitiger Einwirkung eine Lichtwachstumsbeeinflussung bewirke. Der Indifferenzzustand ist also nicht durch Unempfindlichkeit gegen eine solche Beleuchtung gekennzeichnet, sondern dadurch, daß kein genügend großer Wachstumsunterschied auf den beiden Flanken des Sporangienträgers bewirkt wird, um eine Krümmung zur Folge zu haben.

Wird die Einwirkungszeit des Lichtreizes vermindert, so erfolgt unterhalb einer gewissen Zeitschwelle eine positive phototropische Reaktion. Die Reaktionszeit nimmt mit Verlängerung der Lichteinwirkung ungefähr in Gestalt einer logarithmischen Kurve ab. Der Ref. wundert sich, daß der Verfasser seine alten Arbeiten nicht kennt, die bei Keimlingen vor 25 Jahren zu ähnlichen Ergebnissen geführt haben.

Die **Wirkung von Kohle auf das Pflanzenwachstum** hat V. VOUK [Denkschr. Wien. Akad. math.-nat. Kl. **103** (1931)] neuerdings untersucht. Er fand, daß Holzkohle in einer Menge von 5—10 Teilen auf 100 Teile Erde manchmal ein wenig fördernd wirkte, meist aber nicht. Größere Mengen waren schädlich. Das bestätigt also nicht die gärtnerische Praxis, daß die Kohle die Wurzelbildung fördere, die Fäulnis verhüte und so günstig wirke.

Dagegen konnten mit Braunkohle bei Gaben von 50/100 bei einigen Arten, wie Sinapis, Linum und Polygonum, Förderungen bis zu 100%, auf Trockensubstanz berechnet, festgestellt werden. Verf. führt diese Begünstigung auf den N-Gehalt der Kohle zurück. Steinkohle hatte ungefähr dieselbe geringe Wirkung wie Holzkohle. E. PRINGSHEIM.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.